



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

***PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES***

Máster en Ingeniería Industrial

Autor: Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Tutor: Almudena Filgueira Vizoso

Cotutor: Antonio E. Masdías Bonome

Fdo.: EL AUTOR

Fdo.: EL TUTOR

FILGUEIRA
VIZOSO
ALMUDENA -
DNI 32669408R

Firmado digitalmente por FILGUEIRA
VIZOSO ALMUDENA - DNI 32669408R
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES,
ou=UNIVERSIDAD DE A CORUÑA,
ou=certificado electrónico de empleado
público, ou=INGENIERIA INDUSTRIAL 2,
oid=3.6.7, serialNumber=32669408R,
cn=FILGUEIRA VIZOSO,
givenName=ALMUDENA, cn=FILGUEIRA
VIZOSO ALMUDENA - DNI 32669408R
Fecha: 2017.09.07 11:48:48 +02'00'

MASDIAS BONOME
ANTONIO ENRIQUE
- 348952015

Firmado digitalmente por MASDIAS
BONOME ANTONIO ENRIQUE -
348952015
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES,
serialNumber=348952015,
sn=MASDIAS BONOME,
givenName=ANTONIO ENRIQUE,
cn=MASDIAS BONOME ANTONIO
ENRIQUE - 348952015
Fecha: 2017.09.05 14:29:08 +02'00'



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE
ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE

1 ÍNDICE GENERAL

2 MEMORIA

2.1 TITULO DEL PROYECTO

2.2 OBJETO DEL PROYECTO

2.3 ALCANCE

2.4 PETICIONARIO

2.5 EMPLAZAMIENTO

2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES

2.7 ACTIVIDAD

2.7.1 Descripción

2.7.2 Medios materiales

2.7.3 Medios humanos

2.8 RECINTO

2.8.1 Descripción

2.8.2 Distribución y superficies

2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

2.10 NORMAS Y REFERENCIAS

2.10.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

2.10.2 Bibliografía

2.10.3 Bibliografía digital

2.10.4 Programas Informáticos utilizados para elaborar el proyecto

2.11 OTRAS REFERENCIAS

2.11.1 Instituciones y organismos implicados

2.11.2 Empresa suministradora de la energía eléctrica

2.12 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

2.13 ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES

2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

2.15 CONSIDERACIONES FINALES

3 ANEXOS

3.1 ILUMINACIÓN

3.1.1 OBJETO DEL ANEXO

3.1.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO

3.1.3 Em, Ra, UGR, U0

3.1.4 CALCULOS LUMINOTÉCNICOS

3.1.5 ALUMBRADO PLANTA BAJA

3.1.6 ALUMBRADO PLANTA ALTA

3.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.

3.2.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.

3.2.3 PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

3.2.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS.

3.2.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS.

3.2.6 UBICACIÓN DE LUMINARIAS POR LOCALES.

3.2.7 TABLA DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA.

3.3 SISTEMA CONTRAINCENDIOS

3.3.1 ZONA INDUSTRIAL

3.3.2 ZONA ADMINISTRATIVA

3.4 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD

3.4.1. OBJETO DEL ANEXO.

3.4.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS.

3.4.3 CONSIDERACIONES GENERALES.

3.4.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.

3.4.5. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR.

3.4.6 PREVISIÓN DE CARGAS.

3.4.7 ENLACE DEL C.T CON EL CUADRO GENERAL.

3.4.8 CUADROS SECUNDARIOS.

3.4.9 LÍNEAS.

3.4.10 LÍNEA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

3.4.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN.

3.4.12 PROTECCIONES.

3.4.15 BATERÍA DE CONDENSADORES.

3.4.16 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN.

3.4.17 CÁLCULOS Y HOJAS EXCEL JUSTIFICATIVAS.

3.5 INSTALACIÓN FONTANERÍA

3.5.1. OBJETO DEL ANEXO.

3.5.2 NORMATIVA

3.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.

3.5.4 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

3.5.5 CARACTERÍSTICAS Y CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN

3.6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

3.6.1. OBJETO DEL ANEXO.

3.6.2 NORMATIVA

3.6.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

3.6.4 MÉTODOS DE CÁLCULO.

3.6.5 CÁLCULO Y DIMENSIONADO

3.6.6 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3.7 INSTALACIÓN DE ACS SOLAR TÉRMICA

3.7.1 OBJETO DEL ANEXO

3.7.2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

3.7.3 INSTALACIÓN OBJETO DEL PROYECTO

3.8 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

3.8.1. OBJETO DEL ANEXO.

3.8.2 NORMATIVA APLICADA

3.8.3 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN ZONA DE OFICINAS

3.8.3.1 INTRODUCCIÓN

3.8.3.2 DATOS DE PARTIDA

3.8.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.8.3.4 CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

3.8.4 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN ZONA DE TALLER

3.8.4.1 INTRODUCCIÓN

3.8.4.2 DATOS DE PARTIDA

3.8.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

4 PLANOS

- 4.1 SITUACIÓN
- 4.2 EMPLAZAMIENTO EN POLÍGONO
- 4.3 EMPLAZAMIENTO EN PARCELA
- 4.4 DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA
- 4.5 DISTRIBUCIÓN PLANTA ALTA
- 4.6 ACOTACIÓN PLANTA BAJA
- 4.7 ACOTACIÓN PLANTA ALTA
- 4.8 ALZADOS
- 4.9 SECCIONES
- 4.10 ILUMINACIÓN PLANTA BAJA
- 4.11 ILUMINACIÓN PLANTA ALTA
- 4.12 FUERZA PLANTA BAJA
- 4.13 FUERZA PLANTA ALTA
- 4.14 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA PLANTA BAJA
- 4.15 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA PLANTA ALTA
- 4.16 CONTRAINCENDIOS PLANTA BAJA
- 4.17 CONTRAINCENDIOS PLANTA ALTA
- 4.18 FONTANERÍA PLANTA BAJA
- 4.19 FONTANERIA PLANTA ALTA
- 4.20 SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN PLANTA BAJA
- 4.21 SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN PLANTA ALTA
- 4.22 EVACUACIÓN CUBIERTA
- 4.23 SITUACIÓN PANELES SOLARES

- 4.24 MONTAJE PANELES ACS
- 4.25 ESQUEMA DE INSTALACIÓN ACS
- 4.26 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: CONDUCTOS P.B.
- 4.27 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: CONDUCTOS P.A.
- 4.28 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: TUBERIAS P.B.
- 4.29 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: TUBERIAS P.A.
- 4.30 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: LINEAS ELÉCTRICAS P.B.
- 4.31 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: LINEAS ELÉCTRICAS P.A.
- 4.32 ESQUEMA UNIFILAR C.G.A.
- 4.33 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 1
- 4.34 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 2
- 4.35 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 3
- 4.36 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 4
- 4.37 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 5
- 4.38 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. EM
- 4.39 ESQUEMA UNIFILAR C.G.P.
- 4.40 ESQUEMA UNIFILAR C.G.F.
- 4.41 ESQUEMA UNIFILAR C.S.F. 1
- 4.42 ESQUEMA UNIFILAR C.S.F. 2
- 4.43 ESQUEMA UNIFILAR C.S.F. 3
- 4.44 ESQUEMA UNIFILAR C.S.F. 4
- 4.45 ESQUEMA UNIFILAR C.S. C.V

5 PLIEGO DE CONDICIONES.

5.1 OBJETO.

5.1.1 Objeto del presente pliego.

5.1.2 Documentación del contrato de obra.

5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos.

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

5.2.1 Disposiciones generales.

5.2.2 Contratos.

5.2.3. Seguros.

5.2.4 Garantías.

5.2.5 Recepción de las instalaciones.

5.2.6 Final.

5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.

5.3.1 Obligaciones del contratista.

5.3.2 Obligaciones de los operarios.

5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.

5.3.4 Materiales.

5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato.

5.3.6 Subcontratación de obras.

5.3.7 Seguro de incendios.

5.3.8 Plazo de ejecución de las obras.

5.3.9 Sanciones por retraso de las obras.

5.3.10 Cesión de traspaso.

5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra.

5.3.12 Documentación complementaria.

5.3.13 Liquidaciones parciales.

5.3.14 Recepción provisional.

5.3.15 Plazo de garantía de las obras.

5.3.16 Recepción definitiva.

5.3.17 Libro de órdenes.

5.3.18 Datos de la Obra.

5.3.19 Trabajos no previstos.

5.3.20 Facilidades para la inspección.

5.3.21 Certificados y documentación.

5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público.

5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista.

5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento.

5.3.25 Seguridad en el trabajo.

5.3.26 Seguridad pública.

5.3.27 Rescisión del contrato.

5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

5.4.1 Objeto.

5.4.2 Campo de aplicación.

5.4.3 Condiciones generales.

5.4.3.1 Calidad de los materiales.

5.4.3.2 Pruebas y ensayos de materiales.

5.4.3.3 Materiales no consignados en el Proyecto.

5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución.

5.4.4 Normas.

5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales.

5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación.

5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones.

5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra.

5.4.5.1 Centro de transformación.

5.4.5.2 Instalación de baja tensión.

5.4.5.4 Aparamenta.

5.5 DISPOSICIÓN FINAL.

6 ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN

6.2 CONTRAINCENDIOS

6.3 SANEAMIENTO

6.4 FONTANERÍA

6.5 SOLAR TERMICA PARA ACS

6.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

7 PRESUPUESTO

7.1 ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN

7.2 CONTRAINCENDIOS

7.3 SANEAMIENTO

7.4 FONTANERÍA

7.5 SOLAR TERMICA PARA ACS

7.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

7.7 RESUMEN PRESUPUESTO

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN.

8.4 DATOS DE LA OBRA.

8.4.1 Situación de la obra.

8.4.2 Centros de atención médica más cercanos.

8.4.3 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos.

8.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

8.5.1 Riesgos profesionales.

8.5.2 Medidas preventivas.

8.5.3 Consideraciones a tener en cuenta.

8.5.4 Riesgos de daños a terceros.

8.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

8.6.1 Protecciones colectivas.

8.6.2 Protecciones individuales.

8.6.3 Formación.

8.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras.

8.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios.

8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS.

8.7.1 Evaluación de riesgos.

8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general.

8.8 DETALLES GRÁFICOS EXPLICATIVOS.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

MEMORIA

ÍNDICE

2 MEMORIA	3
2.1 TITULO DEL PROYECTO.....	3
2.2 OBJETO DEL PROYECTO	3
2.3 ALCANCE	3
2.4 PETICIONARIO.....	4
2.5 EMPLAZAMIENTO.....	4
2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES	4
2.7 ACTIVIDAD	5
2.7.1 Descripción.....	5
2.7.2 Medios materiales.....	7
2.7.3 Medios humanos.....	8
2.8 RECINTO	9
2.8.1 Descripción.....	9
2.8.2 Distribución y superficies	10
2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO.....	11
2.10 NORMAS Y REFERENCIAS	12
2.10.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	12
2.10.2 Bibliografía.....	14
2.10.3 Bibliografía digital.....	14
2.10.4 Programas Informáticos utilizados para elaborar el proyecto	15
2.11 OTRAS REFERENCIAS.....	15
2.11.1 Instituciones y organismos implicados	16
2.11.2 Empresa suministradora de la energía eléctrica.....	16
2.12 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	16
2.13 ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES	16
2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.....	17
2.15 CONSIDERACIONES FINALES.....	17

2 MEMORIA

2.1 TITULO DEL PROYECTO

Proyecto de ejecución y actividad industrial de taller mecánico con aporte de energías renovables.

2.2 OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objeto el definir, describir, y calcular, tanto técnica como económicamente, las correspondientes instalaciones a ejecutar, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y demás reglamentos y normas aplicables, con el fin de ejecutar dicha obra y conseguir las autorizaciones pertinentes por parte del ministerio de industria como de otros organismos oficiales de la administración.

El presente proyecto abordará las instalaciones de iluminación, electricidad, PCI, fontanería, saneamiento, evacuación, ACS con aporte de energía solar térmica, climatización y ventilación

El proyecto está formado por la memoria descriptiva en la que justificamos las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos y pliego de condiciones, describe de forma unívoca el objeto del presente proyecto.

Se ha tenido como referente el cumplimiento de todos los trámites legales a que están sujetos este tipo de instalaciones con objeto de obtener los oportunos permisos y licencias ante los organismos correspondientes.

2.3 ALCANCE

Este proyecto realizado para la de las instalaciones del taller mecánico anteriormente citado abarca los siguientes puntos:

- Situación y emplazamiento de la instalación.
- Distribución en planta de todo el mobiliario necesario con suficiente margen de maniobrabilidad.
- Estudio del circuito eléctrico de fuerza y alumbrado de la instalación.
- Estudio detallado de la iluminación interior de las instalaciones.
- Estudio de la instalación de la iluminación de emergencia.
- Estudio de la instalación de protección contra incendios (PCI)
- Estudio de la instalación de fontanería.
- Estudio de las instalaciones de saneamiento y evacuación.
- Estudio del sistema de agua caliente sanitaria (ACS) y energía solar térmica.
- Realización del pliego de condiciones que recoge la normativa a aplicar para la consecución de los alcances anteriores.
- Realización de los planos necesarios.
- Presupuesto de los materiales y montaje de las instalaciones.
- Estudio de seguridad y salud.

2.4 PETICIONARIO

Este proyecto se redacta para la Escuela Politécnica Superior de Ferrol, perteneciente a la Universidad de A Coruña (UDC), con CIF Q-6550005-J, situada en la calle Mendizábal s/n 15403 - Ferrol, con objeto de que sirva como Trabajo Fin de Máster (TFM) para el alumno.

2.5 EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones objeto del proyecto se llevarán a cabo en el Polígono Industrial Vilar do Colo, situado en el municipio de Fene en la Provincia de A Coruña, ubicadas en la Calle Áncoras s/n Parcela E10 15500 (ref. catastral 6615709NJ6161N0001HW). La parcela tendrá una superficie de unos 4.050 m², tal como puede apreciarse en los planos que se incluyen formando parte de la documentación gráfica.

2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Se redacta este Proyecto asignado por la Escuela Politécnica Superior de Ferrol (EPS), con el Título "Proyecto de ejecución y actividad industrial de taller mecánico

con aporte de energías renovables" para su presentación como Trabajo Fin de Máster (TFM) en la citada Escuela Universitaria.

2.7 ACTIVIDAD

2.7.1 Descripción

Las instalaciones del presente proyecto se pueden dividir en dos partes claramente diferenciadas.

En primer lugar, la zona de oficinas compuesta por dos plantas, en la que se asientan tanto las salas para labores administrativas como los vestuarios para los empleados.

En segundo lugar, la zona de taller de una única altura, compuesta además por una zona de pintura, un almacén de residuos y otro de repuestos. Este último también dispondrá de dos alturas o plantas..

En las dos zonas, se disponen de todas las circulaciones y pasillos necesarios para el acceso a cualquier espacio abierto o cerrado, como se puede apreciar en los planos. A continuación se puede ver un pequeño resumen característico de cada una de ellas:

PLANTA BAJA:

A la misma se puede acceder directamente desde el lateral derecho de la nave, por el aparcamiento principal, o por la zona de taller (frente, parte trasera o almacén de residuos). En esta zona se encuentra:

- Taller

Dispone de circulaciones debidamente señalizadas en el suelo, para poder acceder a las diferentes zonas que lo componen: zona de pintura, mecánica, carrocería, electricidad, servicios rápidos, cambio de neumáticos, etc. Desde estas circulaciones se accede también a tres espacios cerrados que son: almacén de

pinturas, almacén de recambios (dispone también de un apartado de planta alta) y almacén de residuos (incluye la sala del compresor).

- Pasillo o circulaciones en oficinas

Comunica las escaleras con la puerta de salida y da acceso al área de recepción, aseos y vestuarios.

- Hall – Recepción y archivo

Destinado a la recepción de clientes, espera o transición a otras salas. Dispondrá de una amplia mesa para compaginar las labores de informática con la atención al cliente. Tendrá acceso directo al archivo de documentos.

- Aseos masculino y femenino

Situados en el Hall – Recepción, habilitados para personas con movilidad reducida.

- Vestuario masculino y femenino

Con prácticamente la misma distribución y facilidades en ambos, dispondrán de tres duchas, dos inodoros y dos lavabos. Estarán conectados directamente con el pasillo distribuidor que conecta con el Hall-Recepción-

PLANTA ALTA:

Comunicada mediante escaleras y un ascensor con la planta baja. En esta zona se encuentran:

- Aseos

Situados en el recibidor de la planta alta, habilitados para personas con movilidad reducida.

- Pasillo o circulaciones

Comunica el recibidor con los despachos de la planta alta.

- Oficina administración

Situada al fondo del pasillo, con espacio y mobiliario suficiente para dos trabajadores y varios clientes de ser necesario.

- Oficina gerencia

Ubicada entre la sala de reuniones y la oficina administrativa.

- Sala de reuniones.

Situada entre los aseos y la oficina de gerencia.

2.7.2 Medios materiales

La gran mayoría de las maquinas que se utilizarán en las instalaciones, ya sea para uso propio o para las prácticas como taller mecánico se tendrán en cuenta a lo largo del presente proyecto. Se han tenido en cuenta las siguientes:

	Ubicación	Unidades	I. unitaria (A)	P.Unit.(KW)
Cabina pintura	Taller	1	27,06	12,00
Bancada de estirado	Taller	1	4,51	2,00
Esmeril	Taller	4	6,73	0,75
Taladro de columna	Taller	1	2,48	1,10
Prensa hidráulica	Taller	1	13,53	6,00
Elevador	Taller	5	50,74	4,50
Banco de freno y suspensión	Taller	1	13,53	6,00
Desmontadora de neumaticos	Taller	2	6,77	1,50

Equilibradora de ruedas	Taller	2	4,96	1,10
Extractor de humos	Taller	2	6,77	1,50
Motor del portal	Taller	1	3,38	1,50
Compresor	Sala del compresor	1	25,37	11,25
T.C.C.	Taller	6	3x16+16	17,70
Ascensor	Oficinas	1	10,55	4,50
Montacargas del almacén	Almacén de recambios	1	2,58	1,10
Bomba principal eléctrica	Sala del compresor	1	12,45	5,52
Bomba jokey	Sala del compresor	1	3,32	1,47

Tabla 2.7.2.1

Además de estas máquinas habrá otras que no se tienen en consideración ya que irán conectadas a las distintas tomas de fuerza o por medio de baterías y acumuladores.

2.7.3 Medios humanos

Los medios humanos estarán formados por el personal necesario para la realización de las labores mecánicas propias de un taller, así como el personal administrativo y de mantenimiento que la empresa estime oportuna. Se estima una ocupación media de:

- Taller: 8 personas.
- Recepción: 4 personas.
- Administración: 4 personas.
- Despacho: 2 personas.
- Sala de reuniones: 4 personas.

La jornada según convenio laboral será de ocho horas, cinco días a la semana en cada uno de los turnos. El número total de horas al año será, teniendo en cuenta que un año tiene 52 semanas, de 2080 horas.

2.8 RECINTO

2.8.1 Descripción

La clasificación del terreno donde están ubicadas las instalaciones es, según el Plan Xeral de Ordenación Urbana del Excmo. Ayuntamiento de Fene, suelo urbano.

La construcción consta de una superficie total de unos 4.050 m² y posee un único acceso por la calle "A", como se puede observar en el correspondiente plano de emplazamiento.

La superficie construida es de unos 1.250 m², la cual tiene una altura exterior máxima es de 9 metros donde la altura interior máxima es de 7 metros.

Características del terreno:

- a) Situación: Calle Áncoras s/n Parcela E10 Fene 15500, A Coruña.
- b) Superficie y ref. catastral: 4.050 m² - 6615709NJ6161N0001HW
- c) Características del medio circundante:

- Linderos:

- Norte: Parcelas D1.
- Sur: Parcelas K4 y K5.
- Este: Parcela E9.
- Oeste: Parcela B3.

- Servicios:

- Acceso rodado: Derivación de la Autopista AP- 9 Ferrol – A Coruña.

- Energía eléctrica: por el frente de la parcela pasa la línea de media tensión que suministrará al centro de transformación, para el desarrollo de la actividad.
- Fontanería: está conectada a la Red Municipal de Suministro de Agua del Excmo. Ayuntamiento de Fene, lo que garantiza su potabilidad.
- Alcantarillado y saneamiento: está conectada a la Red Municipal de Alcantarillado del Excmo. Ayuntamiento de Fene.

2.8.2 Distribución y superficies

Las instalaciones tienen una superficie total construida de unos 1.250 metros cuadrados distribuidos en dos plantas:

PLANTA BAJA:

Actividad	Superficie	Actividad	Superficie
Almacén de pinturas	25,65	Almacen de residuos	56,75
Zona de pintura	105,32	Sala del compresor	8
Zona de mecánica	187,7	Vestuario femenino	36,36
Zona de carrocería	81,45	Vestuario masculino	35,57
Zona de electricidad	71,7	Pasillo planta baja	19,6
Circulaciones del taller	2888	Archivo	5,15
Zona de servicios rápidos	69	Aseos hombres	3,46
Zona cambio de neumáticos	67	Aseos mujeres	3,46
Almacén de recambios	216,43	Hall- Recepción	58,6

Tabla 2.8.2.1

PLANTA ALTA:

Actividad	Superficie
Oficina administración	44,83
Oficina gerencia	28,9
Sala de reuniones	30,68

Pasillo planta alta	18,56
Aseos hombres	3,46
Aseos mujeres	3,46
Recibidor	37,06

Tabla 2.8.2.2

2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

El Proyecto se estructura en varias unidades de modo que los distintos documentos básicos, con sus documentos unitarios, son los que se enumeran a continuación:

- Índice General
- Memoria General
- Anexos relativos a:
 - 1.- Iluminación
 - 2.- Alumbrado de emergencia
 - 3.- Sistema contraincendios (PCI)
 - 4.- Instalación eléctrica
 - 5.- Instalación de fontanería
 - 6.- Instalación de saneamiento y evacuación
 - 7. Instalación de ACS
 - 8. Instalación de climatización y ventilación.
- Planos
- Pliego de condiciones
- Estado de Mediciones
- Presupuesto
- Estudio de seguridad y salud

Cada una de estas unidades se estudia separadamente en el anexo correspondiente, al final del cual se incluirán las tablas de soluciones que se consideren necesarias.

2.10 NORMAS Y REFERENCIAS

2.10.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

En la redacción de este Proyecto se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en las reglamentaciones y normas que se relacionan a continuación. A la vez se han incluido en los anexos correspondientes las normas que les afectan y que, en el caso de no figurar en la relación siguiente, se han tenido cuenta para el proyecto y se tendrán en cuenta para la ejecución de aquellas partes que le afecten.

- Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento de Fene, A Coruña.
- Norma UNE 157001 de Criterios Generales para la elaboración de proyectos.
- Reglamento de seguridad Contra Incendios, aprobado por Real Decreto 2267/2004.
- Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones.
- Normas Particulares para las instalaciones de enlace en la suministro de energía eléctrica en baja tensión de GAS NATURAL FENOSA.
- Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. En especial se ha tenido en cuenta la instrucción ITC-BT-28, que hace mención a las “instalaciones en locales de pública concurrencia”.
- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace en el Suministro de Energía Eléctrica en Baja Tensión. (Resolución 30 de Julio de 1987, de la Consellería de Industria y Comercio).
- Normas particulares de GAS NATURAL FENOSA.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas C.I.E.

- Ley y Reglamento de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1.215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, publicado en el BOE nº 256, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 171/2004 sobre coordinación de actividades empresariales en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2.177/2004 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 238/2013 por el que se aprueban las modificaciones efectuadas sobre el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) aprobado por el RD 1027/2007.
- Normas UNE:
 - UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
 - UNE-EN 20450-5-523. (Intensidad máxima admisible según la ITC-BT-19, apartado 2.2.3., p.3).
 - UNE 20-435-90: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 KV.

- UNE 20-460-90 parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
- UNE 20-460-90 parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP): Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP) anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1 (UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE – NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.

A la vez que la aplicación de la anterior normativa, y de las reglas al uso, se han tenido en cuenta las pretensiones y posibilidades de la propiedad en todo aquello que ha sido posible.

2.10.2 Bibliografía

- R. E. B. T. Editorial Mc. Graw Hill.
- Catálogo de Interruptores automáticos y diferenciales perteneciente al catálogo electrónico de Schneider.
- Catálogo Phillips de luminarias perteneciente a Dialux.
- Catálogo de cables perteneciente a Prysmian.
- Catálogo de equipos perteneciente a Toshiba.
- Catálogo de equipos perteneciente a Soler & Palau.
- Catálogo de rejillas perteneciente a Madel-ISE.
- Carrier. Principios de la climatización y ventilación.

2.10.3 Bibliografía digital

También se han realizado consultas en las siguientes páginas Web:

- www.aenor.es
- www.sigpac.mapa.es/fega/visor/

- www.codigotecnico.org
- www.prysmian.com
- www.atersa.com
- www.monsolar.com
- www.ingeteam.com
- www.photovoltaicsoftware.com/pvgis
- www.idae.es
- www.energia.com
- www.endesa.es
- www.ree.es
- www.voltimum.es
- www.philips.es
- www.scneiderelectric.es
- www.toshiba-aire.es
- www.solerpalau.es

2.10.4 Programas Informáticos utilizados para elaborar el proyecto

En la redacción de este proyecto se han utilizado las herramientas informáticas y programas de cálculo que se indican a continuación:

- MICROSOFT WORD 2007 como tratamiento de textos.
- MICROSOFT EXCEL 2007 para confección de tablas y cálculos.
- AUTOCAD 2014 para el desarrollo gráfico.
- PRESTO 8.8 para el estado de mediciones, precios y presupuesto.
- DIALUX 4.11 para los cálculos luminotécnicos.
- ECOBAT BUILDING 4.0 para presupuestar y dimensionar correctamente los elementos de los esquemas unifilares.
- Adobe Acrobat 10 Pro para convertir documentos a pdf.
- Programa CHEQ4.2 para el planteamiento de los paneles solares térmicos.

2.11 OTRAS REFERENCIAS

2.11.1 Instituciones y organismos implicados

Los organismos implicados para la aprobación del presente proyecto serán la Consellería de Industria y el Ayuntamiento de Fene.

2.11.2 Empresa suministradora de la energía eléctrica

El suministro eléctrico será realizado por la empresa GAS NATURAL FENOSA. La tensión de servicio por parte de esta es de 15kV en forma de tensión alterna a la frecuencia normalizada de la red de 50 Hz. El paso de tensión de 15 kV a 400V de tensión compuesta y 230 V de tensión simple se realizara mediante un transformador propiedad del abonado y ese será el régimen de tensión al cual funcionan los equipos eléctricos de la instalación.

El cliente, según circunstancias, debido a la liberalización del mercado de la energía eléctrica podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

2.12 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A lo largo del proyecto se utilizan una serie de abreviaturas para simplificar la lectura. La primera vez que se utilice una abreviatura, se hará entre paréntesis siguiendo a la palabra que, en lo sucesivo, va a sustituir.

2.13 ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES

En el presente proyecto, no es de interés indicar las distintas alternativas estudiadas, los caminos que se han seguido para llegar a ellas, las ventajas e inconvenientes de cada una y cuál es la solución elegida y su justificación.

La razón es que no hay elementos críticos que justifiquen la necesidad de dejar constancia escrita del análisis comparativo realizado con sus posibles soluciones.

2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos del Proyecto el orden de prioridad es el que viene indicado de forma general en la UNE 157001, sin más consideraciones, es decir:

1. PLANOS
2. PLIEGO DE CONDICIONES
3. PRESUPUESTO
4. MEMORIA

2.15 CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo del presente proyecto se han expuesto los fundamentos que han servido de base para la realización del mismo.

Queda, a juicio de El Autor del proyecto, suficientemente claro los detalles de ubicación, distribución, características de dimensiones, tipo de materiales y los procedimientos para llevar a cabo la obra.

Por todo lo expuesto anteriormente se estima que la puesta en marcha de esta actividad, con todos los elementos de producción descritos en el presente proyecto técnico, no producirá efectos perjudiciales ni molestia alguna, si las medidas correctoras que se proponen, resultan del grado de eficacia previstas.

Cumpliendo todas las normas legales sobre la materia, se estima que cuenta con los requisitos indispensables para que, por los Organismos correspondientes se le concediese la pertinente autorización para poder llevar a cabo el montaje de las instalaciones, entrar en servicio la actividad, y pudiese servir de base para la contratación y posterior ejecución de las obras.

Ferrol, Septiembre de 2017

El Autor

Fdo. Jose Manuel Espasandín Pastoriza



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXOS

ÍNDICE

3 ANEXOS

3.1 ILUMINACIÓN

3.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.3 SISTEMA CONTRAINCENDIOS

3.4 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD

3.5 INSTALACIÓN FONTANERÍA

3.6 INSTALACIÓN SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN

3.7 INSTALACIÓN DE ACS

3.8 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXO I: ILUMINACIÓN

ÍNDICE

3.1 ILUMINACIÓN	3
3.1.1 OBJETO DEL ANEXO.....	3
3.1.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO	3
3.1.2.1 Consideraciones a tener en cuenta.....	3
3.1.3 Em, Ra, UGR, U0.....	6
3.1.4 CALCULOS LUMINOTÉCNICOS	6
3.1.4.1 Descripción de luminarias utilizadas	7
3.1.4.2 Método de cálculo.....	10
3.1.4.3 Ejemplo del método de cálculo	15
3.1.5 ALUMBRADO PLANTA BAJA	18
3.1.5.1 Ejemplos de cálculo	18
3.1.5.1.1 Almacén de archivos	19
3.1.5.1.2 Pasillo planta baja	21
3.1.5.1.3 Vestuario masculino	25
3.1.5.2 Selección de luminarias	28
3.1.6 ALUMBRADO PLANTA ALTA.....	30
3.1.6.1 Ejemplos de cálculo	30
3.1.6.1.1 Aseos	30
3.1.6.1.2 Despacho gerencia.....	33
3.1.6.2 Selección de luminarias	36

3.1 ILUMINACIÓN

3.1.1 OBJETO DEL ANEXO

El objeto de este anexo es el cálculo de los niveles de iluminación en los diferentes locales del edificio conforme a la legislación vigente de aplicación.

En el mismo, también se indicarán cuales son las características de las luminarias a utilizar así como el número de ellas que habrá que disponer en cada local para alcanzar los niveles mínimos de iluminación exigidos.

Siempre que se haga referencia a una marca o modelo determinado, se podrá emplear cualquier otro de características iguales o similares, respetando así la configuración adoptada.

3.1.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO

En el apartado de cálculos se puede ver como se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona. Dependiendo del nivel del mismo, se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta. También cabe destacar que se ha tenido en consideración el aspecto económico, tanto de tarifa de la luminaria y lámpara como de su consumo. Es por ello que en la elección prevalece al mismo gasto económico un mayor número de luminarias de manera coherente, dado que favorece la uniformidad, el confort visual, y un control zonal del alumbrado.

3.1.2.1 Consideraciones a tener en cuenta

Cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para este tipo de locales.

Se han adoptado los valores de iluminancia media para el uso a desarrollar en cada local, lo establecido en los documentos de la 'Guía técnica para la evaluación y

prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo' y la norma UNE-EN 12464-1 del 2012 'Iluminación de los lugares de trabajo'. Cuando han existido valores ligeramente diferentes para un mismo cálculo en los dos documentos, se opta por el valor más restrictivo.

El Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico HE de septiembre de 2013, Sección HE3, establece que los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

Los requisitos que se han de cumplir son los siguientes, junto con los cálculos justificativos oportunos:

- Índice del local (K).
- Número de puntos considerados en el proyecto.
- Factor de mantenimiento (Fm).
- La iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida.
- El índice de deslumbramiento unificado (UGR).
- Los índices de rendimiento de color (RA) de las lámparas utilizadas.
- El valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI).
- Las potencias de los conjuntos lámpara más equipo.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m2) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

(Ecuación 3.1.2.1.1)

P = Potencia total instalada de lámparas más equipos auxiliares (W).

S = Superficie iluminada (m²).

E_m = Iluminancia media horizontal (lux).

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1.2.1.1. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

<i>Zonas de actividad diferenciada</i>	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 3.1.2.1.1

Por otra parte, la potencia instalada en iluminación, teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares, no superará los valores especificados en la siguiente tabla:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 3.1.2.1.2

3.1.3 Em, Ra, UGR, U0

El ' E_m ', o índice de iluminación mantenida indica el nivel de iluminación medio mínimo del local.

El Ra o índice de reproducción cromática, indica el rendimiento en color de una fuente luminosa (depende de la lámpara y no de la luminaria).

Ra < 60	Pobre
60 < Ra < 80	Bueno
80 < Ra < 90	Muy bueno
Ra > 90	Excelente

Tabla 3.1.3.1

El UGR ó índice de deslumbramiento unificado, indica la posibilidad de deslumbramiento que una luminaria puede provocar debido a la construcción de la óptica y a la posición de las lámparas de modo que los valores de referencia para un local serán valores máximos, que no deberán ser rebasados.

La U_0 indica la uniformidad de la iluminancia mínima sobre la superficie de referencia para la iluminancia mantenida.

Todos estos valores son obtenidos de la Norma UNE 12464-1 Norma Europea sobre Iluminación de los lugares de trabajo.

3.1.4 CALCULOS LUMINOTÉCNICOS

En este apartado se detallarán las luminarias seleccionadas para la instalación, el método de cálculo utilizado y un ejemplo orientativo del mismo.

3.1.4.1 Descripción de luminarias utilizadas

Se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel de iluminación requerido, en función de la actividad a realizar en dicha zona, así mismo se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria, y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

☑ PHILIPS WT460C L1300 1xLED23S/840



Figura 3.1.4.1.1 – Philips WT460C L1300 1xLED23S/840

Un sistema óptico de alta eficiencia y módulos con los últimos LED de flujo medio, la luminaria estanca (ideal para vestuarios o lugares húmedos) Pacific LED ofrece luz blanca y brillante de alta calidad con un control de haz excelente para minimizar el deslumbramiento, algo importante en aplicaciones como salas de pintura, almacenes o similares. Además, la instalación es rápida y sencilla gracias a la conexión integrada en la tapa final. Y el módulo de luz puede mantenerse por separado, lo que permite actualizar a la tecnología LED en el futuro sin tener que cambiar toda la luminaria.

Descripción completa: WT460C L1300 1xLED23S/840

Color - Temperatura: 4000 K

Potencia del sistema: 17 W

Flujo luminoso: 2300 lm

☑ PHILIPS BBS480 1xLED-3000 M MLO

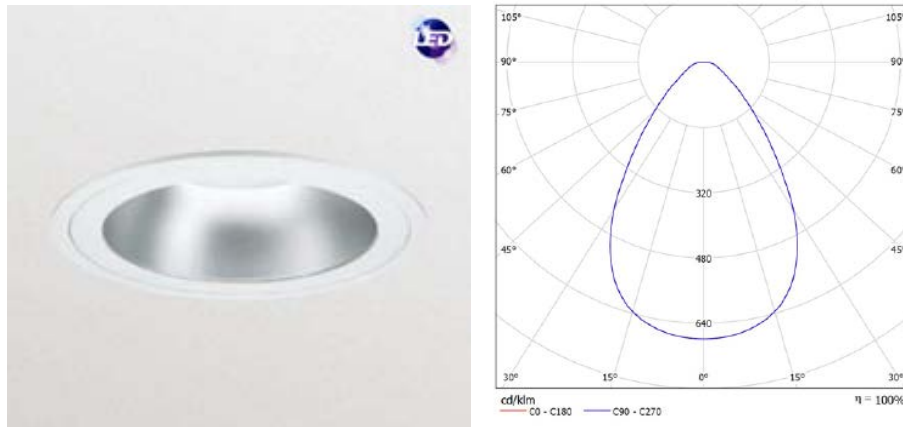


Figura 3.1.4.1.2 – Philips BBS480 1xLED-3000 M MLO

Diseñado para su instalación en cualquier tipo de espacio interior, los actuales downlights de Philips combinan lo mejor en cuanto a calidad y eficacia luminosa, con su potente haz de luz, así como una excelente eficiencia con su tecnología LED. Su amplia gama de modelos ofrece multitud de opciones ofreciendo el diseño ideal para baños, aseos, escaleras o archivos.

Descripción completa: BBS480 1xLED-3000 M MLO

Color - Temperatura: 3000 K

Potencia del sistema: 13 W

Flujo luminoso: 1750 lm

☑ PHILIPS BBS560 1xLED35S/830 PC-MLO-C

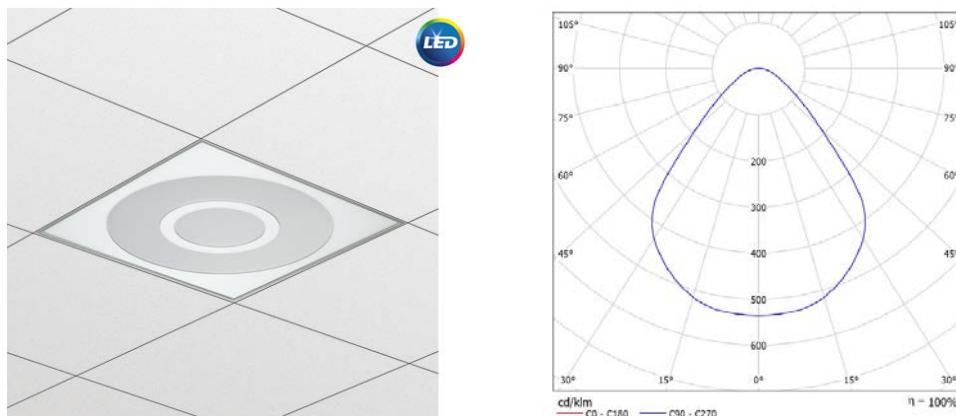


Figura 3.1.4.1.3 – Philips BBS560 1xLED35S/830 PC-MLO-C

Diseñado para su uso en tiendas, pasillos o amplios espacios abiertos, las actuales lámparas LED empotradas de Phillips combinan lo mejor en diseño simple e iluminación. Estas son la opción perfecta LED a los comunes y convencionales tubos fluorescentes, respetando así el entorno y distribución en el que se instale. Su amplia gama ofrece una elevada eficiencia, con una disposición empotrada.

Descripción completa: *Philips BBS560 1xLED35S/830 PC-MLO-C*

Color - Temperatura: *4000 K*

Potencia del sistema: *39 W*

Flujo luminoso: *3500 lm*

☑ *PHILIPS BBS464 W60L60 1xLED48/840 AC-MLO*

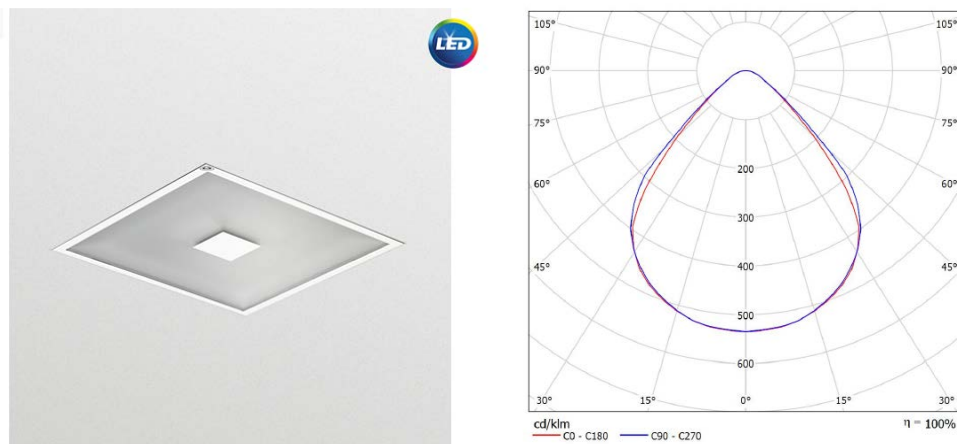


Figura 3.1.4.1.4 – Philips BBS464 W60L60 1xLED48/840 AC-MLO

Diseñado para su uso en despachos o salas cerradas, las actuales lámparas LED empotradas de Phillips combinan lo mejor en diseño elegante e iluminación. Estas son la opción perfecta LED a los comunes y convencionales tubos fluorescentes, respetando así el entorno y distribución en el que se instale. Su amplia gama ofrece una elevada eficiencia, con una disposición empotrada.

Descripción completa: *BBS464 W60L60 1xLED48/840 AC-MLO*

Color - Temperatura: *4000 K*

Potencia del sistema: *39 W*

Flujo luminoso: *4800 lm*

☑ PHILIPS BY471P 1xLED250S/840 HRO GC



Figura 3.1.4.1.5 – Philips BY471P 1xLED250S/840 HRO GC

Diseñado para su uso en grandes espacios con gran altura (pabellones, naves industriales, etc), las luminarias LED suspendidas de Phillips combinan lo mejor en iluminación con un diseño muy agradable a la vista. Estas son la opción perfecta LED a los comunes y convencionales focos halógenos, respetando así el entorno y distribución en el que se instale. Su amplia gama ofrece una elevada eficiencia, con una disposición suspendida.

Descripción completa: BY471P 1xLED250S/840 HRO GC

Color - Temperatura: 4000 K

Potencia del sistema: 200 W

Flujo luminoso: 25000 lm

3.1.4.2 Método de cálculo

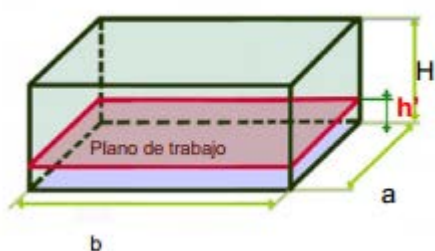
Para realizar los cálculos se ha usado el programa de cálculo DIALUX. Todos los cálculos de iluminación se realizarán basándose en el método de los lúmenes, teniendo en cuenta las recomendaciones de la C.T.E. en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta.

A partir de los datos geométricos del local y de los factores de reflexión (que van en función de los colores de la pared, techo y suelo), se obtienen de tablas datos como iluminancia media en servicio, calidad de deslumbramiento directo, factor de mantenimiento, factor de utilización, etc.

El método de los lúmenes establece el número de luminarias necesario en un determinado local que precise una iluminación uniforme. Se debe conocer antes cuáles son las dimensiones del local, así como el tipo de lámpara y luminaria que se utiliza, de manera que no sólo se pueda calcular su número sino también evaluar si ofrecen el nivel de iluminancia adecuado o no.

Para realizar el método de los lúmenes tenemos que seguir una serie de pasos:

PASO 1: Analizamos las dimensiones del local y el plano de trabajo.



a = ancho

b = largo

h' = altura del plano de trabajo al suelo

H = altura del local

Figura 3.1.4.2.1

PASO 2: Determinamos el nivel de iluminancia media (E_m), que va a depender del local que estemos analizando. Este dato se obtiene en la Norma UNE 12464-1 Norma Europea sobre Iluminación de los lugares de trabajo. Por ejemplo:

Tabla 5.26 – Oficinas

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
5.26.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.3	Dibujo técnico	750	16	0,70	80	
5.26.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable
5.26.6	Mostrador de recepción	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archivos	200	25	0,40	80	

Tabla 3.1.4.2.1

PASO 3: Identificamos el tipo de lámpara (fluorescente, incandescente, HPI, HPL, LED, etc.), más conveniente para la actividad que se va a desarrollar.

PASO 4: Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.

PASO 5: Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

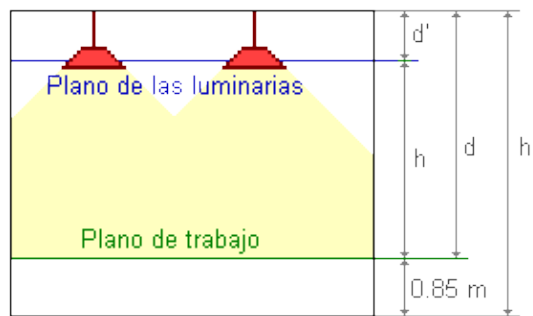


Figura 3.1.4.2.2 – Fuente: <http://recursos.citcea.upc.edu>

h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

h': altura del local.

d: altura del plano de trabajo al techo.

d': altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

PASO 6: Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de este. En el caso del método europeo se calcula como:

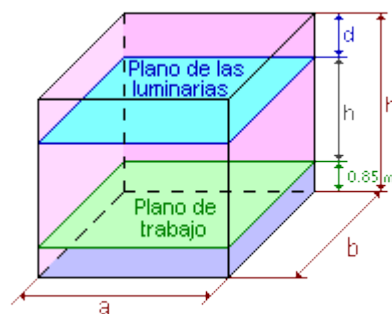


Figura 3.1.4.2.3 – Fuente: <http://recursos.citcea.upc.edu>

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + h') \cdot (a + b)}$

Tabla 3.1.4.2.2

Donde k es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar 10 o un número mayor en los cálculos es despreciable.

PASO 7: Calcular el coeficiente de reflexión, que va a depender de los materiales o superficies en los que incida. Salvo que se especifique lo contrario, los coeficientes utilizados serán del 30% para suelo, 50% techo y 70% para paredes.

PASO 8: Se calcula el coeficiente de utilización. Este nos indica la relación que existe entre los lúmenes emitidos por las lámparas y los que llegan al plano de trabajo. A partir del índice del local, del grado de reflexión del techo, paredes y plano útil, y según el tipo de iluminación, se halla el rendimiento del local η_r en tablas distintas según la luminaria utilizada. El η_l Es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria.

PASO 9: Determinar el factor de mantenimiento (F_m). Este dependerá de la frecuencia de limpieza del local y del grado de suciedad ambiental. Si se supone una limpieza periódica anual se pueden tener en cuenta estos coeficientes:

Ambiente	Coeficiente de mantenimiento (F_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Tabla 3.1.4.2.3

Con todos estos datos ya se puede determinar el flujo luminoso total necesario, y con él el número de luminarias que se precisan para alcanzar el nivel de iluminación adecuado.

$$\Phi_t = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot F_m} \quad (\text{Ecuación 3.1.4.2.1})$$

$$NL = \frac{\Phi_t}{n \cdot \phi_l} \quad (\text{Ecuación 3.1.4.2.2})$$

Donde:

Φ_t = es el flujo luminoso total.

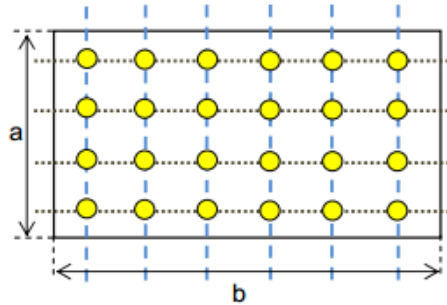
Φ_l = es el flujo luminoso de una lámpara

n = es el número de lámparas por luminaria.

A continuación se calcula cuantas luminarias se ponen a lo ancho y cuantas a lo largo del local de la siguiente forma:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b}} \cdot a$$

(Ecuación 3.1.4.2.3)



$$N_{largo} = N_{ancho} \cdot \frac{b}{a}$$

(Ecuación 3.1.4.2.4)

Figura 3.1.4.2.4

Determinar el valor de E_m y verificar que es válido.

$$E_m = \frac{N_l \cdot n \cdot \phi_l \cdot Cu \cdot Cm}{S} \geq E_{tablas}$$

(Ecuación 3.1.4.2.5)

La distancia de las luminarias a la pared va a depender del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo. Se realizará según la tabla 3.1.4.2.

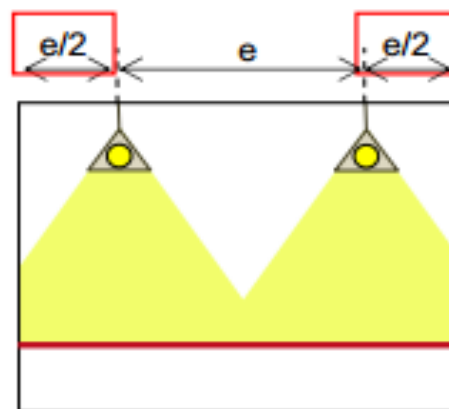


Figura 3.1.4.2.5 – Fuente: <http://recursos.citcea.upc.edu>

Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados.

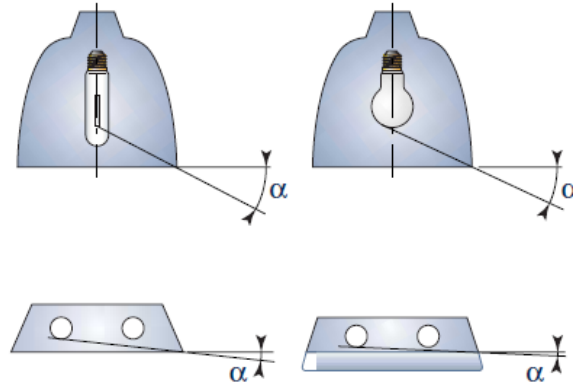


Figura 3.1.4.2.6 – Fuente: <http://recursos.citcea.upc.edu>

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
Intensiva	>10 m	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6-10 m	$e \leq 1.5 h$
Semiextensiva	4-6 m	$e \leq 1.5 h$
Extensiva	$\leq 4m$	$e \leq 1.6 h$

Tabla 3.1.4.2.4

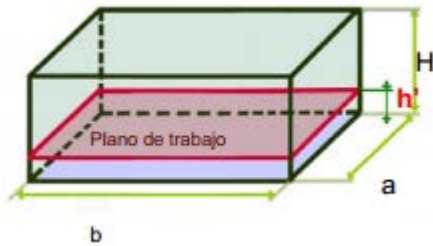
Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva.

En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias con menos lámparas.

3.1.4.3 Ejemplo del método de cálculo

Se escoge para el ejemplo del método de cálculo la oficina de gerencia, situada en la planta alta del edificio. Para ello se seguirán los pasos mencionados en el apartado 3.1.4.2.

1. Dimensiones del local



$$\begin{aligned}a &= 4,90 \text{ m} \\b &= 5.39 \text{ m} \\H &= 2.60 \text{ m} \\h' &= 0.85 \text{ m} \\h &= H - h' = 1.75 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Iluminancia media $E_m = 500 \text{ lx}$
3. Tipo de lámpara LED
4. Tipo de luminaria: Philips LED BBS464 W60L60 1xLED48/840
5. Lámparas empotradas a una altura de 2.60 m.
6. Índice del local: Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa.

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

(Ecuación 3.1.4.3.1)

$$\Rightarrow K = 0,987$$

7. Coeficiente de reflexión.

Suelo	0.68
Techo	0.86
Paredes	0.86

8. Coeficiente de utilización (C_u).

A continuación se mostrará la tabla con los coeficientes de reflexión preestablecidos en función del índice del local.

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0,8		0,7				0,5		0,3	
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Plano útil	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice del local	Rendimiento del local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,961	0,96	0,94	0,92

Tabla 3.1.4.3.1

Utilizando el índice del local y los coeficientes de reflexión, interpolamos en la tabla anterior para obtener el rendimiento del local:

$$\Rightarrow \eta_r = 0.863$$

El rendimiento de la lámpara viene determinado por el fabricante. En este caso al tratarse de lámparas LED, el rendimiento es $\eta_l=1$.

$$\Rightarrow C_u = \eta_r \cdot \eta_l = 0.863$$

(Ecuación 3.1.4.3.2)

9. Factor de mantenimiento: $F_m = 0.8$

Se determina el flujo luminoso total necesario, teniendo en cuenta que el flujo luminoso de la lámpara es de 3800 lm (ϕ_l), y el número de luminarias que se precisan para alcanzar el nivel de iluminación adecuado.

$$\phi_t = \frac{Em \cdot S}{C_u \cdot F_m}$$

(Ecuación 3.1.4.3.3)

$$NL = \frac{\phi t}{n \cdot \phi l}$$

(Ecuación 3.1.4.3.4)

$$\Rightarrow \Phi_t = 19.127,32 \quad \Rightarrow NL = 5,03$$

Se calcula cuantas luminarias se ponen a lo ancho y cuantas a lo largo del local:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b} \cdot a}$$

(Ecuación 3.1.4.3.5)

$$N_{largo} = N_{ancho} \cdot \frac{b}{a}$$

(Ecuación 3.1.4.3.6)

$$\Rightarrow N_{ancho} = 2 \text{ luminarias} \quad \Rightarrow N_{largo} = 2 \text{ luminarias}$$

Se determina el valor de E_m y verificar que es válido.

$$E_m = \frac{NL \cdot n \cdot \phi l \cdot Cu \cdot Cm}{S} \geq E \text{ tablas}$$

(Ecuación 3.1.4.3.7)

$$\Rightarrow E_m = 624,56 \text{ lx}$$

Podemos comprobar que el programa DIALux realiza el método de los lúmenes correctamente, consultando el apartado del anexo 3.1.6.1.2.

3.1.5 ALUMBRADO PLANTA BAJA

3.1.5.1 Ejemplos de cálculo

Para la siguiente planta, tomamos como ejemplo tres salas diferentes: el pequeño almacén de archivos, el pasillo de planta baja y el vestuario masculino.

3.1.5.1.1 Almacén de archivos

Una vez seleccionado el local, elaborado su geometría local, incluido todo el material y mobiliario, así como la superficie de cálculo UGR, debemos escoger la luminaria adecuada. En este proyecto, como se detalla en el apartado 3.1.4.1, se trabajará con la marca Philips.

Por lo tanto, siguiendo todas las normas estipuladas, y una vez realizado la selección optima de la luminaria, el resultado final es el siguiente.

Se han escogido unas luminarias Philips BBS480 1xLED 3000 M MLO.



Figura 3.1.5.1.1.1

En la figura se puede observar el tipo de luminaria y la emisión de luz de la misma en el local.

Siguiendo la Norma Europea UNE-EN 12464-1 del 2012, así como el documento básico HE, en el apartado HE3, tenemos en cuenta las siguientes restricciones:

Ref	Tipo de interior, actividad o tarea	E_m (lx)	UGR_L	U_0	R_a	Requisitos
5.26.1	Almacenamiento-estanterías	300	19	0,40	80	-

Tabla 3.1.5.1.1.1 – Oficinas por la norma UNE 12464-1

También se debe tener en cuenta que no debe superar un VEEI de 4,0 ni una potencia máxima instalada de 15 W/m^2 .

Es muy importante recalcar la alta complejidad que supone respetar estas exigencias realizando el local con todo el mobiliario, dado que este hará variar significativamente los resultados obtenidos. Es por ello que solo en este ejemplo representativo de la planta se tiene en cuenta el mobiliario. En todos los demás locales, se despreciará este factor.

Sin embargo, como se puede observar a continuación, los resultados obtenidos son satisfactorios incluso con este hándicap, siendo la U_0 el único parámetro que podría encontrarse por debajo de lo marcado, cuando sin mobiliario este parámetro superaría fácilmente el 0,4 que marca la normativa. Sin embargo, como se muestra en la tabla 3.1.5.1.1.2, si superamos el 0,4. Se establece eso sí, una amplia zona marginal con el fin de poder instalar en el futuro más estanterías en la pared contraria.

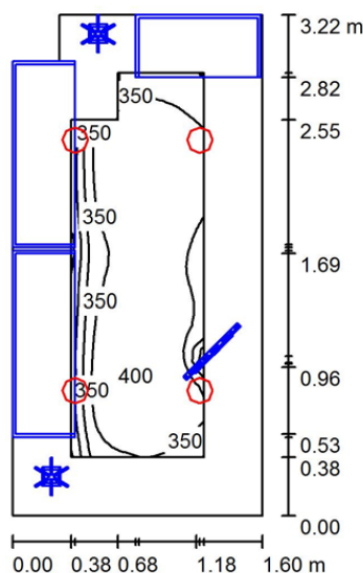


Figura 3.1.5.1.1.2

En la siguiente tabla podemos observar diferentes parámetros, como la altura de instalación de las luminarias, así como los valores de E_m y U_0 .

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.892 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:42

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	353	162	405	0.457
Suelo	61	132	3.83	225	0.029
Techo	70	115	67	240	0.582
Paredes (6)	68	87	0.06	451	/

Tabla 3.1.5.1.1.2

Se cumplen los valores de potencia máxima instalada y VEEI mencionados anteriormente:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BBS480 1xLLED-3000 M MLO (1.000)	778	778	13.0
Total:			3112	Total: 3112	52.0

Valor de eficiencia energética: $10.26 \text{ W/m}^2 = 2.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.07 m^2)

Tabla 3.1.5.1.1.3

En cuanto al UGR, la exigencia máxima será de 19. En el siguiente gráfico de valores UGR podemos ver como cumplimos con dicha exigencia, al no superar ningún punto el valor marcado.

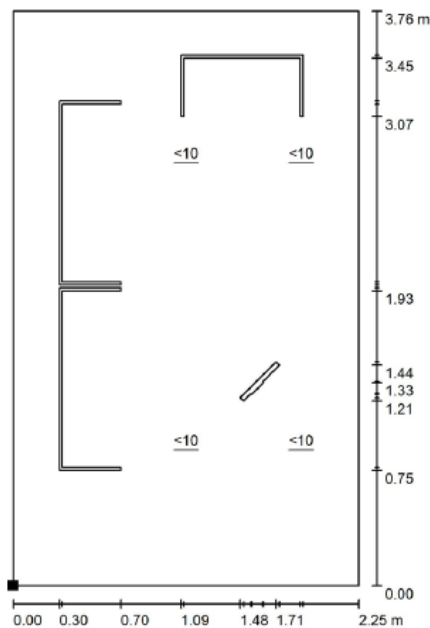


Figura 3.1.5.1.1.3 - UGR



Figura 3.1.5.1.1.4 – Rendering en 3D

3.1.5.1.2 Pasillo planta baja

Una vez seleccionado el local, elaborado su geometría local, incluido todo el material y mobiliario, así como la superficie de cálculo UGR, debemos escoger la luminaria adecuada. En este proyecto, como se detalla en el apartado 3.1.4.1, se trabajará con la marca Philips.

Por lo tanto, siguiendo todas las normas estipuladas, y una vez realizado la selección óptima de la luminaria, el resultado final es el siguiente.

Se han escogido unas luminarias Philips BBS560 1xLED 355/830 PC-MLO.

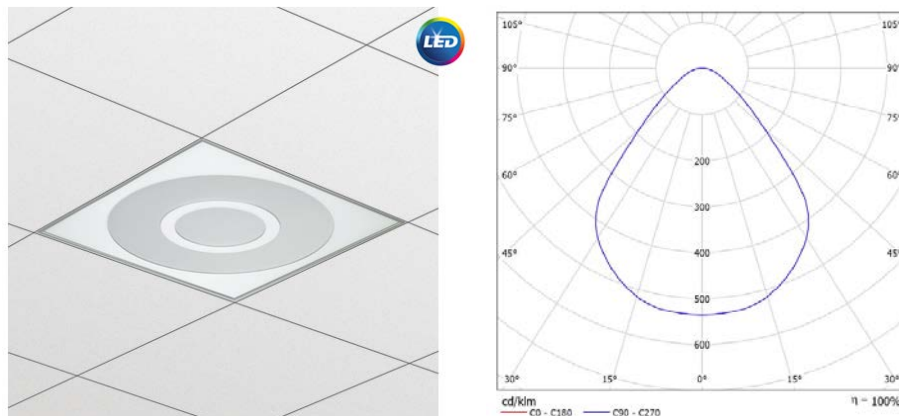


Figura 3.1.5.1.2.1

En la figura se puede observar el tipo de luminaria y la emisión de luz de la misma en el local.

Siguiendo la Norma Europea UNE-EN 12464-1 del 2012, así como el documento básico HE, en el apartado HE3, tenemos en cuenta las siguientes restricciones:

Ref	Tipo de interior, actividad o tarea	E_m (lx)	UGR_L	U_0	R_a	Requisitos
5.1.1	Pasillos	100	28	0.4	40	-

Tabla 3.1.5.1.2.1 – Zonas de tráfico por la norma UNE 12464-1

También se debe tener en cuenta que no debe superar un VEEI de 4,0 ni una potencia máxima instalada de 15 W/m².

Es muy importante recalcar la alta complejidad que supone respetar estas exigencias realizando el local con todo el mobiliario, dado que este hará variar significativamente los resultados obtenidos. Es por ello que solo en este ejemplo representativo de la planta se tiene en cuenta el mobiliario. En todos los demás locales, se despreciará este factor.

Sin embargo, como se puede observar a continuación, los resultados obtenidos son satisfactorios incluso con este hándicap, siendo la U_0 el único parámetro que

podría encontrarse por debajo de lo marcado, cuando sin mobiliario este parámetro superaría fácilmente el 0,4 que marca la normativa. Se establece eso sí, una amplia zona marginal con el fin de poder instalar en el futuro más mobiliario de cualquier tipo, manteniendo una iluminación de igual calidad y rendimiento.

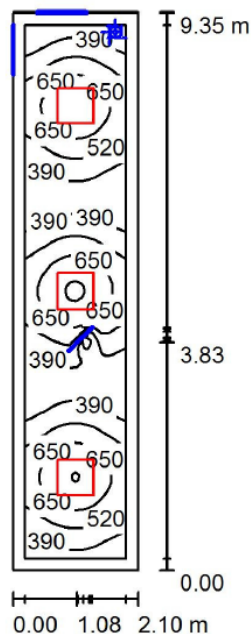


Figura 3.1.5.1.2.2

En la siguiente tabla podemos observar diferentes parámetros, como la altura de instalación de las luminarias, así como los valores de E_m y U_0 .

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.847 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:121

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	516	196	796	0.380
Suelo	61	380	114	441	0.300
Techo	70	202	90	256	0.443
Paredes (4)	77	276	154	419	/

Tabla 3.1.5.1.2.2

Se cumplen los valores de potencia máxima instalada y VEEI mencionados anteriormente:

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS BBS560 1xLED35S/830 PC-MLO-C (Tipo 1)* (1.000)	3500	3500	39.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 10500	Total: 10500	117.0

Valor de eficiencia energética: 5.97 W/m² = 1.16 W/m²/100 lx (Base: 19.60 m²)

Tabla 3.1.5.1.2.3

En cuanto al UGR, la exigencia máxima será de 28. En el siguiente gráfico de valores UGR podemos ver como cumplimos con dicha exigencia, al no superar ningún punto el valor marcado.

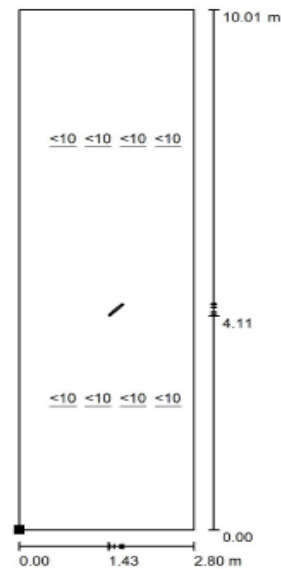


Figura 3.1.5.1.2.3 - UGR



Figura 3.1.5.1.2.4 – Rendering en 3D

3.1.5.1.3 Vestuario masculino

Una vez seleccionado el local, elaborado su geometría local, incluido todo el material y mobiliario, así como la superficie de cálculo UGR, debemos escoger la luminaria adecuada. En este proyecto, como se detalla en el apartado 3.1.4.1, se trabajará con la marca Philips.

Por lo tanto, siguiendo todas las normas estipuladas, y una vez realizado la selección optima de la luminaria, el resultado final es el siguiente.

Se han escogido unas luminarias Philips WT460C L1300 1xLED23S/840 NB.



Figura 3.1.5.1.3.1

En la figura se puede observar el tipo de luminaria y la emisión de luz de la misma en el local.

Siguiendo la Norma Europea UNE-EN 12464-1 del 2012, así como el documento básico HE, en el apartado HE3, tenemos en cuenta las siguientes restricciones:

Ref	Tipo de interior, actividad o tarea	E_m (lx)	UGR_L	U_0	R_a	Requisitos
5.2.4	Vestuarios	200	25	0.4	80	-

Tabla 3.1.5.1.3.1 – Áreas generales en edificios por la norma UNE 12464-1

También se debe tener en cuenta que no debe superar un VEEI de 4,0 ni una potencia máxima instalada de 15 W/m^2 .

Es muy importante recalcar la alta complejidad que supone respetar estas exigencias realizando el local con todo el mobiliario, dado que este hará variar significativamente los resultados obtenidos. Es por ello que solo en este ejemplo representativo de la planta se tiene en cuenta el mobiliario. En todos los demás locales, se despreciará este factor.

Sin embargo, como se puede observar a continuación, los resultados obtenidos son satisfactorios incluso con este hándicap, siendo la U_0 el único parámetro que podría encontrarse por debajo de lo marcado, cuando sin mobiliario este parámetro superaría fácilmente el 0,4 que marca la normativa. Se establece eso sí, una amplia zona marginal con el fin de poder instalar en el futuro más mobiliario de cualquier tipo, manteniendo una iluminación de igual calidad y rendimiento.

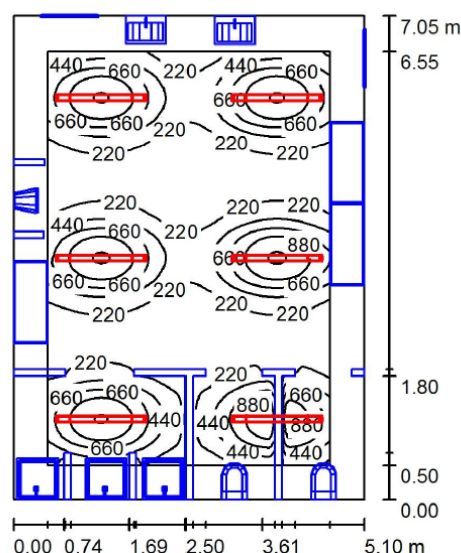


Figura 3.1.5.1.3.2

En la siguiente tabla podemos observar diferentes parámetros, como la altura de instalación de las luminarias, así como los valores de E_m y U_0 .

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:91

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	416	58	1124	0.140
Suelo	30	239	6.31	370	0.026
Techo	70	62	47	76	0.754
Paredes (4)	61	71	2.17	171	/

Tabla 3.1.5.1.3.2

Se cumplen los valores de potencia máxima instalada y VEEI mencionados anteriormente:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS WT460C L1300 1xLED23S/840 NB (Tipo 1)* (1.000)	2300	2300	17.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 13800	Total: 13800	102.0

Valor de eficiencia energética: $2.84 \text{ W/m}^2 = 0.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 35.96 m^2)

Tabla 3.1.5.1.3.3

En cuanto al UGR, la exigencia máxima será de 25. En el siguiente gráfico de valores UGR podemos ver como cumplimos con dicha exigencia, al no superar ningún punto el valor marcado.

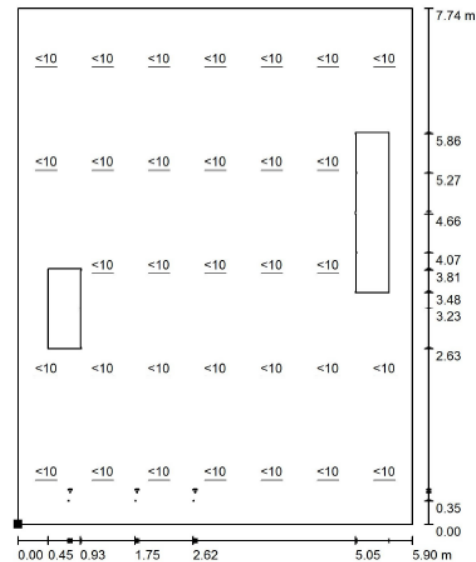


Figura 3.1.5.1.3.3 - UGR



Figura 3.1.5.1.3.4 – Rendering en 3D

3.1.5.2 Selección de luminarias

Debemos tener en cuenta:

- Documento Básico HE3, mencionada anteriormente, es la siguiente:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 3.1.5.2.1

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 3.1.5.2.2

- Norma Europea EN 12464-1:

Tabla 5.24 – Actividades industriales y artesanales – Fabricación de vehículos y reparación

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
5.24.1	Carrocería y montaje	500	22	0,60	80	
5.24.2	Pintura, cámara de pulverización, cámara de pulido	750	22	0,70	80	
5.24.3	Pintura: retoque, inspección	1 000	19	0,70	90	4 000 K $\leq T_{CP} \leq$ 6 500 K
5.24.4	Fabricación de tapicería (tripulado)	1 000	19	0,70	80	
5.24.5	Inspección final	1 000	19	0,70	80	
5.24.6	Servicios generales de vehículos, reparación y ensayos	300	22	0,60	80	Considerar iluminación local

Tabla 5.26 – Oficinas

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
5.26.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.3	Dibujo técnico	750	16	0,70	80	
5.26.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable
5.26.6	Mostrador de recepción	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archivos	200	25	0,40	80	

Tabla 3.1.5.2.3

Philips WT460C L1300 1xLED23S/840 NB					
LOCAL	UD. x W	Em (lux)	UGR	Uo	VEEI
UNE TABLA 5.5.4		200	-	0,4	4
Almacen pinturas	6x17	637	10	0,54	0,65
Almacen recambios P.B.	8x17	394	19	0,267*	0,59
Almacen residuos	7x17	320	22	0,264*	0,57
Sala compresor	1x17	474	10	0,38	0,45
UNE TABLA 5.2.4		200	25	0,4	4
Vestuario masculino	6x17	416	10	0,14*	0,68
Vestuario femenino	6x17	367	20	0,307*	0,76
Philips BBS560 1xLED355/830 PC-MLO					
LOCAL	UD. x W	Em (lux)	UGR	Uo	VEEI
UNE TABLA 5.26.6		300	22	0,6	4
Hall-Recepción	9x39	667	13	0,567	0,9
UNE TABLA 5.1.1		100	28	0,4	4
Pasillo P.B.	3x39	516	12	0,38*	1,16

Philips BBS480 1xLED3000 M-MLO					
LOCAL	UD. x W	Em (lux)	UGR	U _o	VEEI
UNE TABLA 5.26.1		300	19	0,4	4
Archivo-Almacen	4x13	353	10	0,457	2,9
UNE TABLA 5.2.4		200	25	0,4	4
Aseos P.B.	2x13	276	10	0,726	2,72
UNE TABLA 5.1.1		100	25	0,4	4
Escaleras	2x13	233	10	0,79	3
Philips High Low Bay BY471P 1xLED250S/840					
LOCAL	UD. x W	Em (lux)	UGR	U _o	VEEI
UNE TABLA 5.24.1		300	19	0,4	4
Zona general de taller	13x200	428	16	0,428	0,68

(*) Los valores de los locales pueden estar calculados con mobiliario, como se explica en el apartado 3.1.5.1.

Tabla 3.1.5.2.4

3.1.6 ALUMBRADO PLANTA ALTA

3.1.6.1 Ejemplos de cálculo

Para la siguiente planta, tomamos como ejemplo dos salas diferentes: los aseos y la oficina de gerencia.

3.1.6.1.1 Aseos

Una vez seleccionado el local, elaborado su geometría local, incluido todo el material y mobiliario, así como la superficie de cálculo UGR, debemos escoger la luminaria adecuada. En este proyecto, como se detalla en el apartado 3.1.4.1, se trabajará con la marca Philips.

Por lo tanto, siguiendo todas las normas estipuladas, y una vez realizado la selección óptima de la luminaria, el resultado final es el siguiente.

Se han escogido unas luminarias Philips BBS480 1xLED 3000 M MLO.



Figura 3.1.6.1.1.1

En la figura se puede observar el tipo de luminaria y la emisión de luz de la misma en el local.

Siguiendo la Norma Europea UNE-EN 12464-1 del 2012, así como el documento básico HE, en el apartado HE3, tenemos en cuenta las siguientes restricciones:

Ref	Tipo de interior, actividad o tarea	E_m (lx)	UGR_L	U_0	R_a	Requisitos
5.2.4	Aseos	200	25	0,4	80	-

Tabla 3.1.6.1.1.1 – Oficinas por la norma UNE 12464-1

También se debe tener en cuenta que no debe superar un VEEI de 4,0 ni una potencia máxima instalada de 15 W/m^2 .

Es muy importante recalcar la alta complejidad que supone respetar estas exigencias realizando el local con todo el mobiliario, dado que este hará variar significativamente los resultados obtenidos. Es por ello que solo en este ejemplo representativo de la planta se tiene en cuenta el mobiliario. En todos los demás locales, se despreciará este factor.

Sin embargo, como se puede observar a continuación, los resultados obtenidos son satisfactorios incluso con este hándicap, siendo la U_0 el único parámetro que podría encontrarse por debajo de lo marcado, cuando sin mobiliario este parámetro superaría fácilmente el 0,4 que marca la normativa (en este caso lo supera con facilidad). Se establece eso sí, una amplia zona marginal.

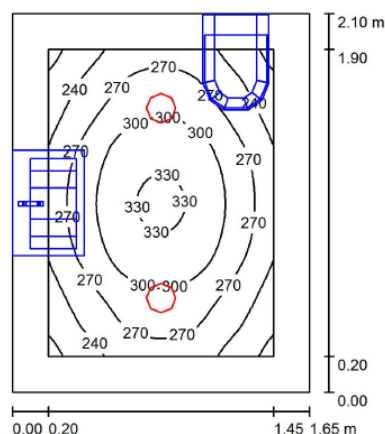


Figura 3.1.6.1.1.2

En la siguiente tabla podemos observar diferentes parámetros, como la altura de instalación de las luminarias, así como los valores de E_m y U_0 .

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.892 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:27

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	276	200	336	0.726
Suelo	30	128	34	156	0.269
Techo	70	62	49	73	0.785
Paredes (4)	61	102	25	215	/

Tabla 3.1.6.1.1.2

Se cumplen los valores de potencia máxima instalada y VEEI mencionados anteriormente:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS BBS480 1xLLED-3000 M MLO (1.000)	778	778	13.0
Total:			1556	1556	26.0

Valor de eficiencia energética: $7.50 \text{ W/m}^2 = 2.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.47 m^2)

Tabla 3.1.6.1.1.3

En cuanto al UGR, la exigencia máxima será de 25. En el siguiente gráfico de valores UGR podemos ver como cumplimos con dicha exigencia, al no superar ningún punto el valor marcado.

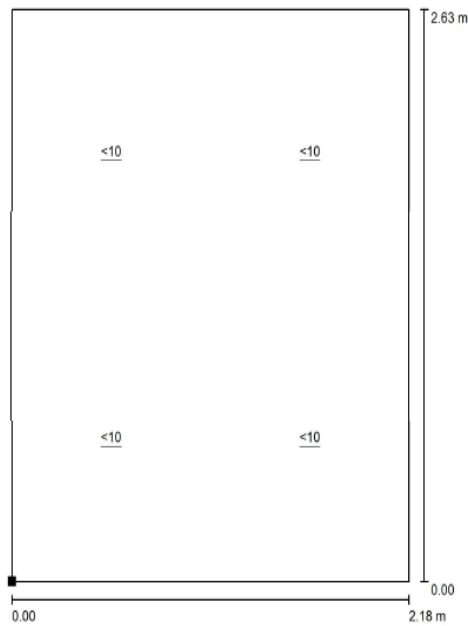


Figura 3.1.6.1.1.3 - UGR



Figura 3.1.6.1.1.4 – Rendering en 3D

3.1.6.1.2 Despacho gerencia

Una vez seleccionado el local, elaborado su geometría local, incluido todo el material y mobiliario, así como la superficie de cálculo UGR, debemos escoger la luminaria adecuada. En este proyecto, como se detalla en el apartado 3.1.4.1, se trabajará con la marca Philips.

Por lo tanto, siguiendo todas las normas estipuladas, y una vez realizado la selección optima de la luminaria, el resultado final es el siguiente.

Se han escogido unas luminarias Philips BBS464 W60L60 1xLED48/840 AC-MLO.



Figura 3.1.6.1.2.1

En la figura se puede observar el tipo de luminaria y la emisión de luz de la misma en el local.

Siguiendo la Norma Europea UNE-EN 12464-1 del 2012, así como el documento básico HE, en el apartado HE3, tenemos en cuenta las siguientes restricciones:

Ref	Tipo de interior, actividad o tarea	E_m (lx)	UGR_L	U_0	R_a	Requisitos
5.26.2	Oficinas	500	19	0.6	80	-

Tabla 3.1.6.1.2.1 – Zonas de tráfico por la norma UNE 12464-1

También se debe tener en cuenta que no debe superar un VEEI de 3,0 ni una potencia máxima instalada de 15 W/m^2 .

Es muy importante recalcar la alta complejidad que supone respetar estas exigencias realizando el local con todo el mobiliario, dado que este hará variar significativamente los resultados obtenidos. Es por ello que solo en este ejemplo representativo de la planta se tiene en cuenta el mobiliario. En todos los demás locales, se despreciará este factor.

Sin embargo, como se puede observar a continuación, los resultados obtenidos son satisfactorios incluso con este hándicap, siendo la U_0 el único parámetro que podría encontrarse por debajo de lo marcado, cuando sin mobiliario este parámetro superaría fácilmente el 0,4 que marca la normativa. Se establece eso sí, una amplia zona marginal con el fin de poder instalar en el futuro más estanterías en la pared contraria.

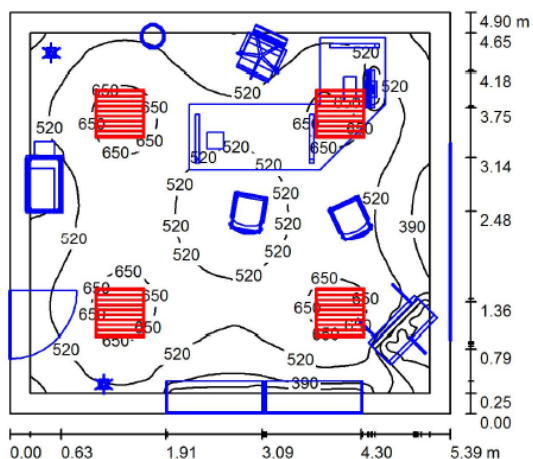


Figura 3.1.6.1.2.2

En la siguiente tabla podemos observar diferentes parámetros, como la altura de instalación de las luminarias, así como los valores de E_m y U_0 .

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80				Valores en Lux, Escala 1:63	
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	528	92	695	0.174
Suelo	61	347	39	532	0.111
Techo	70	182	110	227	0.607
Paredes (4)	77	225	15	356	/

Tabla 3.1.6.1.2.2

Se cumplen los valores de potencia máxima instalada y VEEI mencionados anteriormente:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS BBS464 W60L60 1xLED48/840 AC-MLO (1.000)	3800	3800	39.0
Total:			15200	15200	156.0

Valor de eficiencia energética: $5.90 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 26.43 m^2)

Tabla 3.1.6.1.2.3

En cuanto al UGR, la exigencia máxima será de 19. En el siguiente gráfico de valores UGR podemos ver como cumplimos con dicha exigencia, al no superar ningún punto el valor marcado.

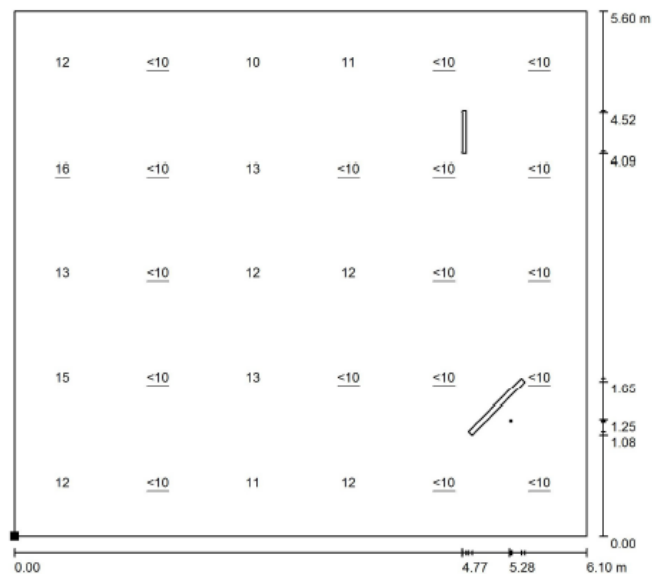


Figura 3.1.6.1.2.3 - UGR



Figura 3.1.6.1.2.4 – Rendering en 3D

3.1.6.2 Selección de luminarias

Debemos tener en cuenta, tal y como se mostró en el punto 3.1.5.2, la siguiente normativa:

- Documento Básico HE3.
- Norma Europea EN 12464-1.

Philips WT460C L1300 1xLED23S/840 NB					
LOCAL	UD. x W	Em (lux)	UGR	Uo	VEEI
UNE TABLA 5.5.4		200	-	0,4	4
Almacen recambios P.A.	14x17	323	16	0,335	0,59
Philips BBS560 1xLED355/830 PC-MLO					
LOCAL	UD. x W	Em (lux)	UGR	Uo	VEEI
UNE TABLA 5.1.1		100	28	0,4	4
Recibidor P.A.	3x39	320	15	0,463	0,99
Pasillo P.A.	2x39	314	10	0,364	1,34
Philips BBS480 1xLED3000 M-MLO					
LOCAL	UD. x W	Em (lux)	UGR	Uo	VEEI
UNE TABLA 5.2.4		200	25	0,4	4
Aseos P.A.	2x13	276	10	0,726	2,72

Philips BBS464 W60L60 1xLED48/840 AC-MLO					
LOCAL	UD. x W	Em (lux)	UGR	U _o	VEEI
UNE TABLA 5.26.2-6		500	19	0,6	3
Oficina administrativa	9x39	823	13	0,74	0,95
Oficina gerencia	4x39	528	16	0,174*	1,12
Sala de reuniones	4x39	563	13	0,605	0,99

(*) Los valores de los locales pueden estar calculados con mobiliario, como se explica en el apartado 3.1.6.1.

Tabla 3.1.6.2.1



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXO II: ALUMBRADO DE EMERGENCIA

ÍNDICE

3.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	4
3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.....	4
3.2.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.	4
3.2.3 PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA. ...	6
3.2.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS.....	7
3.2.4.1 Alumbrado de rutas de evacuación.	8
3.2.4.2 Alumbrado de salidas de emergencia.	9
3.2.4.3 Alumbrado de puntos de seguridad.....	10
3.2.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS.....	11
3.2.5.1 Valores de iluminancia planta baja.....	12
3.2.5.1.1 Almacén de recambios planta baja.....	13
3.2.5.1.2 Almacén residuos.	13
3.2.5.1.3 Local de pinturas.	14
3.2.5.1.4 Archivo recepción.	14
3.2.5.1.5 Aseo hombres planta baja.....	15
3.2.5.1.6 Pasillo planta baja.	15
3.2.5.1.7 Vestuario masculino.	16
3.2.5.1.8 Aseo mujeres planta baja.	16
3.2.5.1.9 Zona taller.	17
3.2.5.1.10 Escaleras del almacén.....	17
3.2.5.1.11 Vestuario femenino.....	18
3.2.5.1.12 Sala de compresor.	18
3.2.5.1.13 Hall.....	19
3.2.5.1.14 Escaleras de oficinas.....	19
3.2.5.2 Valores de iluminancia planta alta.....	20
3.2.5.2.1 Despacho gerencia.....	20
3.2.5.2.2 Almacén de recambios planta alta.....	20
3.2.5.2.3 Oficina administrativa.	21
3.2.5.2.4 Pasillo planta alta.	21
3.2.5.2.5 Aseo hombres planta alta.	22
3.2.5.2.6 Aseo mujeres planta alta.	22

3.2.5.2.7 Recibidor planta alta.....	23
3.2.5.2.8 Sala de reuniones.....	23
3.2.6 UBICACIÓN DE LUMINARIAS POR LOCALES.....	24
3.2.7 TABLA DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA.....	26

3.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.

Este anexo define la correcta instalación y funcionamiento de los servicios dedicados al alumbrado de emergencia, que facilitan la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos vitales de los edificios, en este caso una nave industrial destinada a taller mecánico y oficinas, así como calcular las luminarias necesarias para obtener los niveles mínimos de iluminación y la relación entre la iluminancia máxima y mínima que debe aportar el alumbrado de emergencia según los reglamentos y normativas vigentes. Además de lo anterior, también se especifica los tipos de luminarias empleadas, su posición por medio de la documentación gráfica y los niveles de iluminancia máxima y mínima así como su relación, en los diferentes planos.

3.2.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.

Conforme a lo que dice el RBT 2002 en la ITC-BT-28 y el Código Técnico de la Edificación CTE, en el documento básico SU seguridad de utilización se parte de los siguientes datos:

➤ Alumbrado de evacuación:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios y rutas de evacuación, es decir, no sólo se debe de señalar la ruta de evacuación y los medios de protección contra incendios, sino que se debe iluminar dicho recorrido correctamente.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales (de la ruta de evacuación) será menor de 40.

➤ **Alumbrado ambiente o anti-pánico:**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

➤ **Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia:**

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- Cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel.
- Cerca de cada puesto de primeros auxilios.

- Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.

Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Otros de los datos de partida son el conocimiento de la disposición de la distribución de los equipos de protección contra incendios, las rutas de evacuación, las salidas y la señalización.

3.2.3 PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

En cumplimiento con las especificaciones hechas por los diversos reglamentos y recogidos en el punto 3.2.2, se eligen las luminarias de emergencia y se disponen en los diferentes locales quedando estas distribuidas de la forma que se puede observar en la documentación gráfica.

Una vez realizada dicha distribución se procede al cálculo de la iluminancia máxima, la iluminancia mínima y la relación entre ambas en los diferentes planos de los locales. Para ello se utiliza el programa de cálculo EMERLIGTH.

El dato introducido al programa de cálculo del factor de reflexión sobre paredes y techos es del 0% en cumplimiento con lo indicado en el CTE documento básico Seguridad de Utilización SU.

Cuando se obtienen los resultados del programa se observa que los niveles de iluminancia son correctos quedando demostrado que la elección de las luminarias de emergencia así como su distribución es correcta.

3.2.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS.

Hemos utilizado luminarias Legrand 11W 2G7 NT / 750 lum para el alumbrado de las rutas de evacuación y salidas, para el alumbrado de los puntos de seguridad y para la iluminación general.

Características de la serie NT / 750 Lum.

- Luminarias fluorescentes de tubo compacto.
- Fabricada según normas de obligado cumplimiento: UNE - EN 60 598.2.22 y UNE 20 392 – 93, NBE CPI 96, con certificado AENOR marca N.
- Luminaria no permanente.
- Todas cumplen con las Directivas de obligado cumplimiento de Compatibilidad Electromagnética (CEM) y de Baja Tensión (DBT), lo que significa que, se trata de un producto que no afecta al funcionamiento de otros equipos, y que no se ve tampoco influenciado por la acción de otros dispositivos que produzcan radiaciones, garantizando así su buen funcionamiento.
- Posee un acceso sencillo a los puntos de conexión eléctrica y de instalación (no es necesario desmontar para fijar y conectar).
- Puede instalarse en superficie y empotrada en pared o en falso techo mediante caja de empotrar y cantoneras.
- Cabe destacar el hecho de que para facilitar el uso de la luminaria como alumbrado de señalización existe un difusor prismático que sustituyendo al suministrado en origen, permite colocar las etiquetas a doble cara sin perder la función de alumbrado de emergencia.

Las características técnicas más importantes son:

- 2 modelos combinados y el resto luminarias no permanentes de 1 y 3 horas de autonomía con señalización (dos leds de alta luminosidad), para garantizar 1 lux en ejes de paso y larga duración (100.000 horas de vida media, 12 años aproximadamente) para minimizar el mantenimiento y reposición del alumbrado de señalización.
- Material de la envolvente auto extingible: Difusor de policarbonato y reflector y base de ABS (en el modelo combinado el reflector es de policarbonato).
- Protección de red mediante dispositivo electrónico automático (sin fusible).
- Bornas de telemando protegidas contra una conexión accidental a red.

- Circuito electrónico fabricado con tecnología SMD.
- Alimentación: 230V~ $\pm 10\%$ - 50/60 Hz.
- Tiempo de carga inferior a 24 horas.
- Apta para ser instalada sobre superficies inflamables.
- Utilizar telemando para puesta en reposo y re-encendido.
- Acumuladores Ni-Cd alta temperatura.
- 2 entradas para $\varnothing 20$ mm (una en cada lateral).
- 2 leds de alta luminosidad y larga duración (100.000 horas de vida media) para minimizar el mantenimiento.

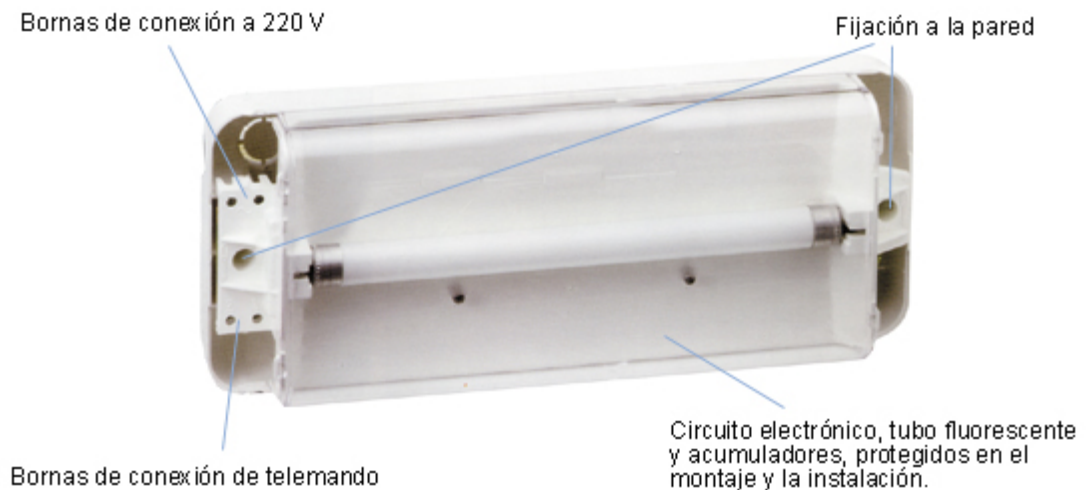


Imagen 3.2.4.1

3.2.4.1 Alumbrado de rutas de evacuación.

Legrand 11W 2G7 NT / 750 lum



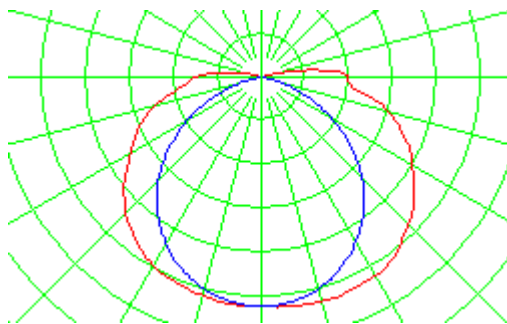


Imagen 3.2.4.1.1

Características propias de la referencia.

Ref.: 61833

Fluorescente tubo compacto lineal

Lúmenes: 750

Autonomía: 1 h

Lámpara de emergencia: 11 W

3.2.4.2 Alumbrado de salidas de emergencia.

Legrand 11W 2G7 NT / 750 lum

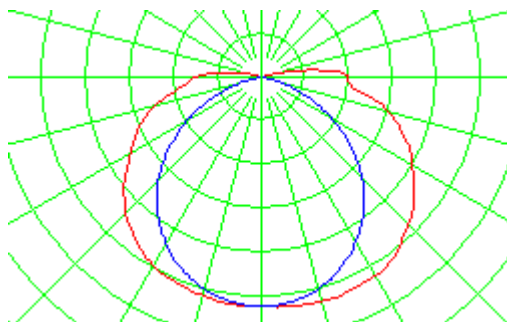


Imagen 3.2.4.2.1

Características propias de la referencia.

Ref.: 61833

Fluorescente tubo compacto lineal

Lúmenes: 750

Autonomía: 1 h

Lámpara de emergencia: 11 W

3.2.4.3 Alumbrado de puntos de seguridad.

Legrand 11W 2G7 NT / 750 lum

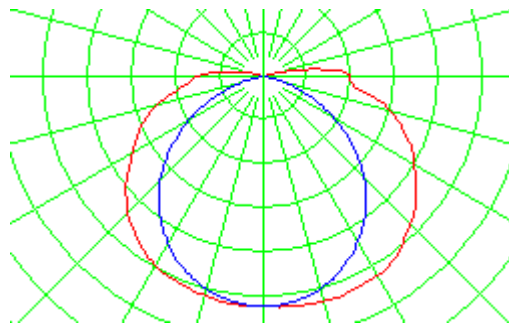


Imagen 3.2.4.3.1

Características propias de la referencia.

Ref.: 61833

Fluorescente tubo compacto lineal

Lúmenes: 750

Autonomía: 1 h

Lámpara de emergencia: 11 W

3.2.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS.

Los resultados obtenidos con el programa de cálculo EMERLIGHT para los distintos locales del edificio son los que a continuación se presentan en las diferentes tablas:

Local	Altura local (m)	Me. (lux)	Mín. (lux)	Máx (lux)	Mín/Med	Uniform. Mín./Máx.	Med/Máx
Almacén de recambios planta baja	2,8	20,4	2,5	66,5	0,12	0,04	0,31
Almacén de residuos	2,8	16,4	2,2	55,6	0,13	0,04	0,29
Almacén de recambios planta alta	2,8	11,5	1,2	36,3	0,11	0,03	0,32
Archivo Recepción	2,8	11,8	2,2	23,8	0,19	0,09	0,50
Aseo hombres planta baja	2,8	17,9	11,7	23,4	0,66	0,50	0,76
Aseo hombres planta alta	2,8	18,6	12,6	23,4	0,67	0,53	0,78
Aseo mujeres planta baja	2,8	17,7	11,5	23,5	0,65	0,49	0,76
Aseo mujeres planta alta	2,8	18,6	12,6	23,5	0,68	0,54	0,79
Despacho gerencia	2,8	18	4,9	30,8	0,27	0,16	0,59

Escaleras del almacén	2,8	23,7	7,2	32,3	0,30	0,22	0,74
Escaleras de oficinas	2,8	21,1	3,8	30,0	0,18	0,13	0,70
Hall-Recepción	2,8	9,5	1,6	23,7	0,17	0,07	0,40
Local de pinturas	2,8	28,1	8,3	65,8	0,29	0,13	0,43
Oficina administración	2,8	12,5	1,4	26,8	0,11	0,05	0,47
Pasillo planta baja	2,8	22,5	2,1	76,0	0,10	0,03	0,30
Pasillo planta alta	2,8	20,9	2,7	48,0	0,13	0,06	0,44
Recibidor planta alta	2,8	14	2,3	29,2	0,16	0,08	0,48
Sala de reuniones	2,8	16,5	3,6	30,5	0,22	0,12	0,54
Sala de compresor	2,8	12,3	3,2	23,6	0,26	0,14	0,52
Zona taller	6	5,2	0,9	29,9	0,17	0,03	0,18
Vestuario femenino	2,8	12,6	1,9	25,7	0,15	0,07	0,49
Vestuario masculino	2,8	11,4	0,8	28,2	0,07	0,03	0,41

Tabla 3.2.5.1 – Tabla de parámetros de iluminancia (programa EMERLIGHT).

3.2.5.1 Valores de iluminancia planta baja.

3.2.5.1.1 Almacén de recambios planta baja.

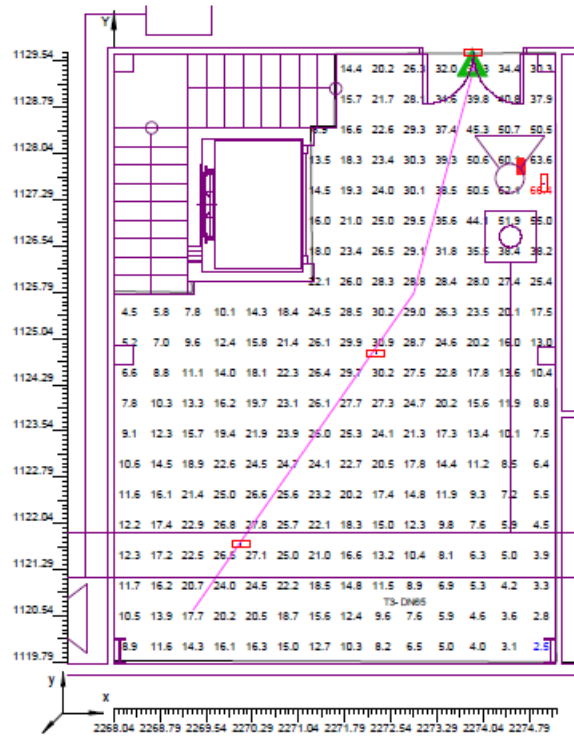


Figura 3.2.5.1.1.1

3.2.5.1.2 Almacén residuos.

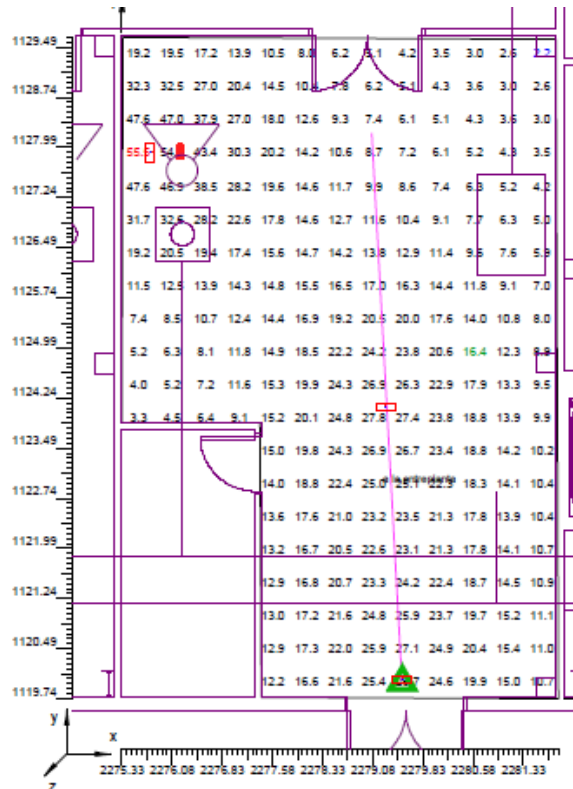


Figura 3.2.5.1.2.1

3.2.5.1.3 Local de pinturas.

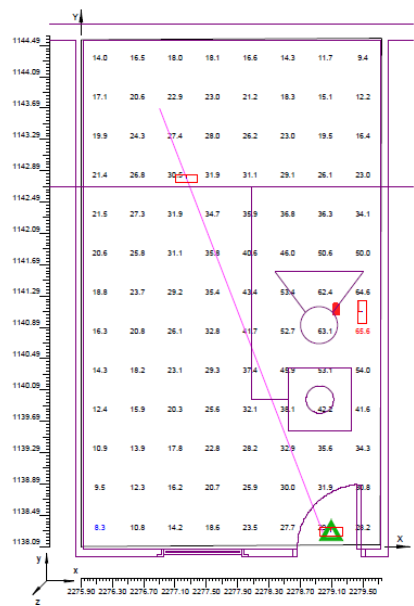


Figura 3.2.5.1.3.1

3.2.5.1.4 Archivo recepción.

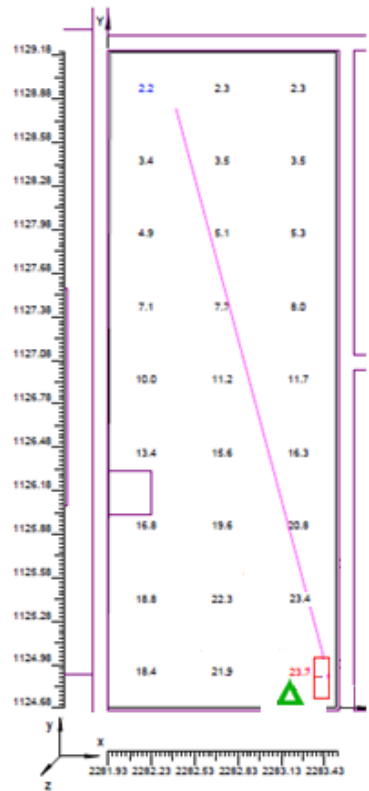


Figura 3.2.5.1.4.1

3.2.5.1.5 Aseo hombres planta baja.

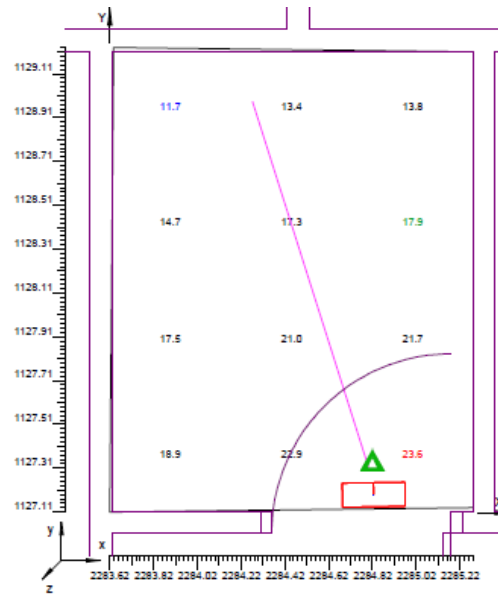


Figura 3.2.5.1.5.1

3.2.5.1.6 Pasillo planta baja.

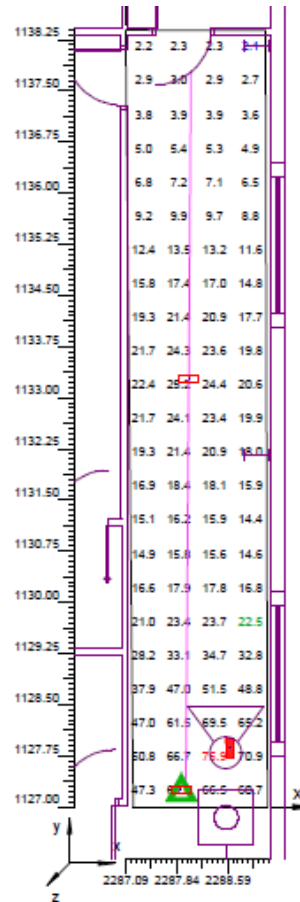


Figura 3.2.5.1.6.1

3.2.5.1.7 *Vestuario masculino.*

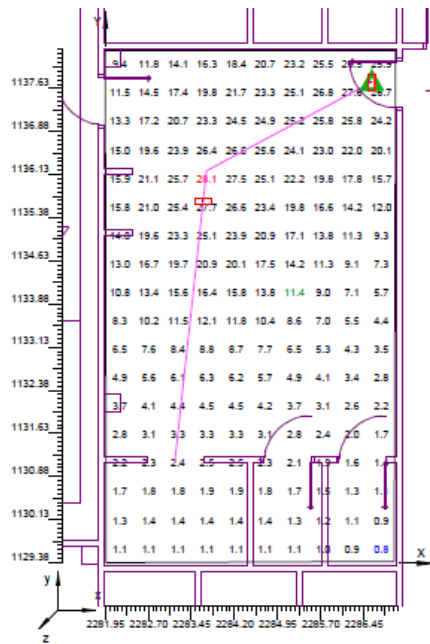


Figura 3.2.5.1.7.1

3.2.5.1.8 *Aseo mujeres planta baja.*

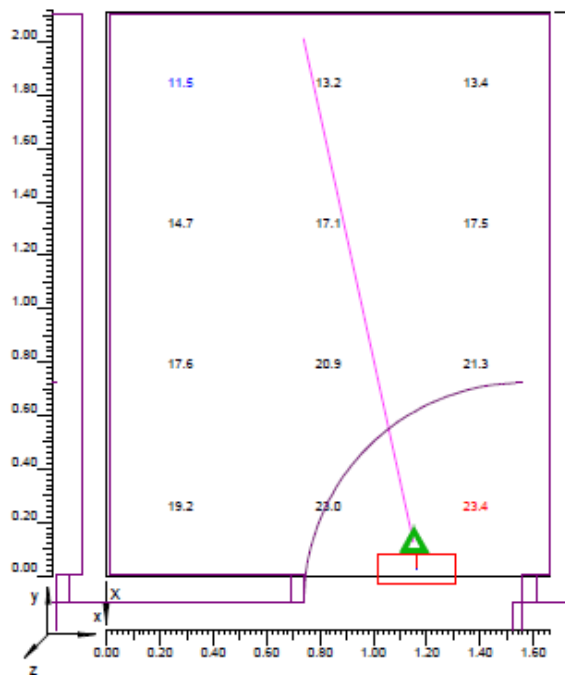


Figura 3.2.5.1.8.1

3.2.5.1.9 Zona taller.

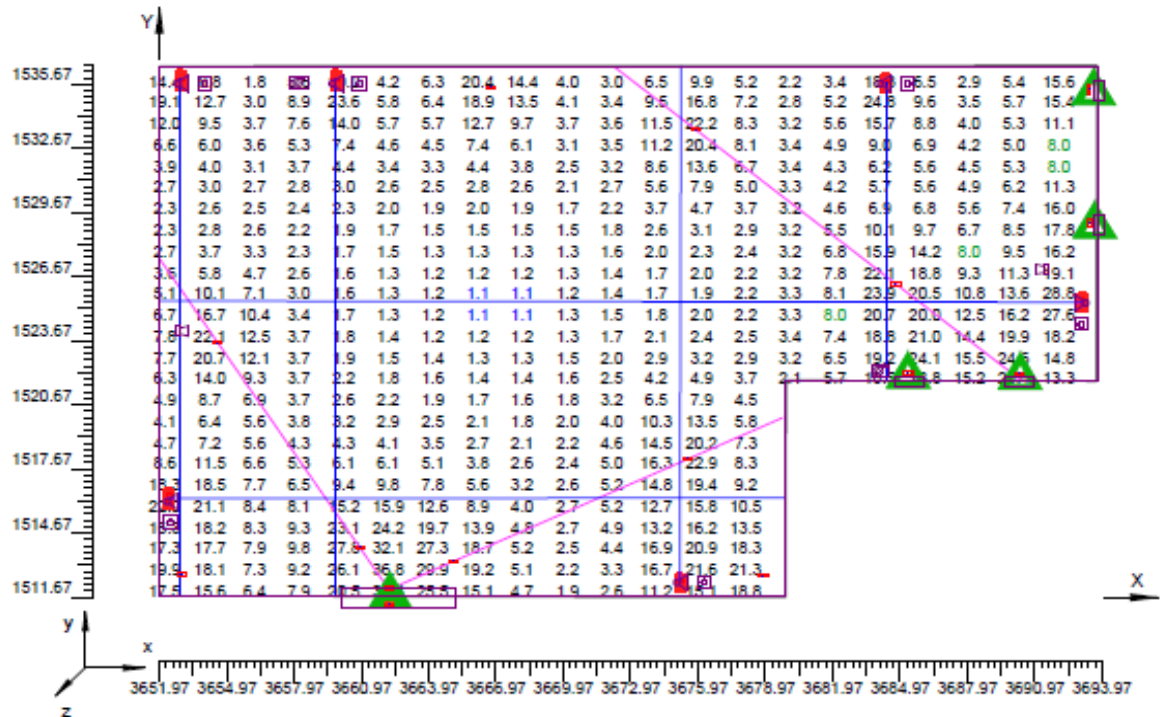


Figura 3.2.5.1.9.1

3.2.5.1.10 Escaleras del almacén.

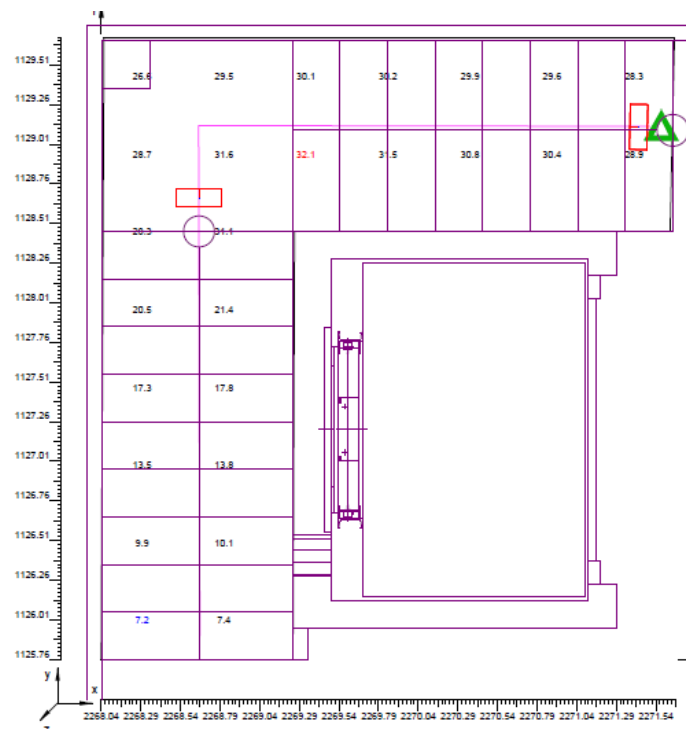


Figura 3.2.5.1.10.1

3.2.5.1.11 Vestuario femenino.

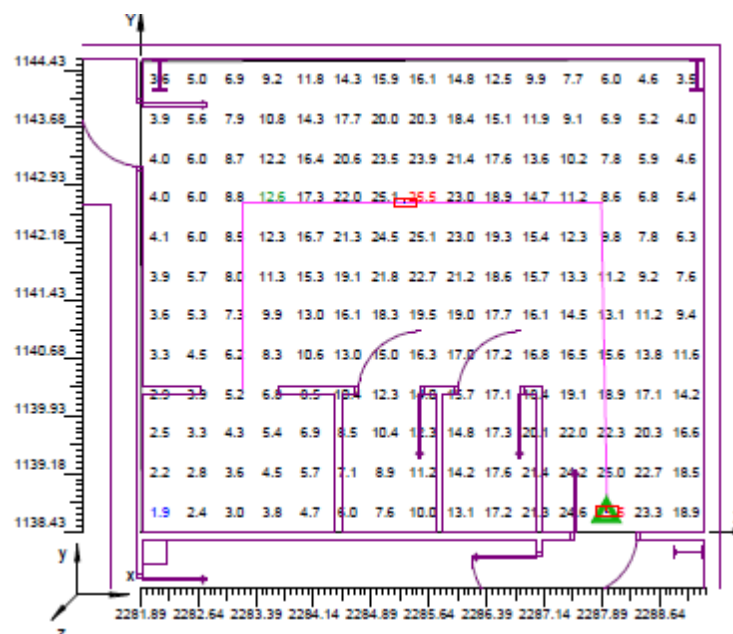


Figura 3.2.5.1.11.1

3.2.5.1.12 Sala de compresor.

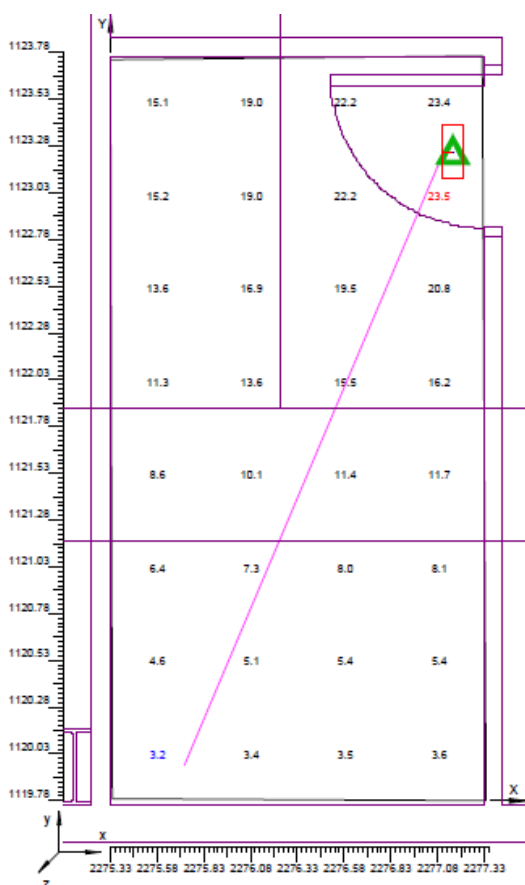


Figura 3.2.5.1.12.1

3.2.5.1.13 Hall.

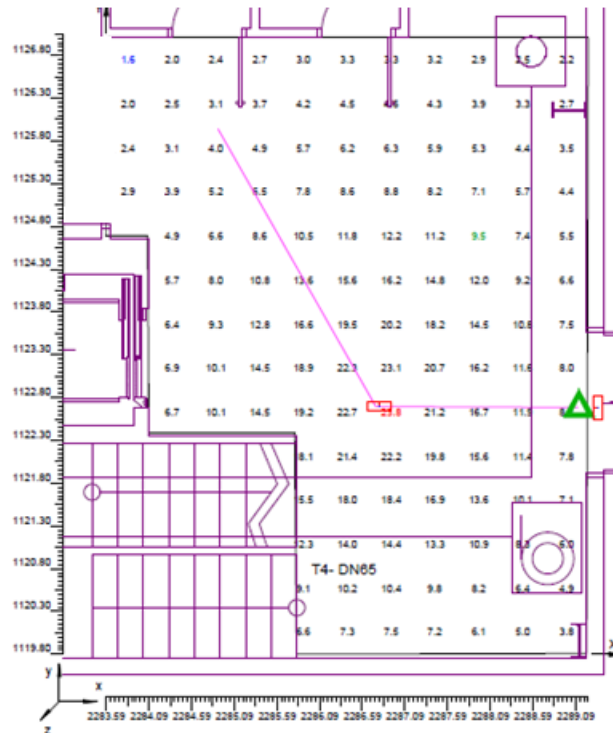


Figura 3.2.5.1.13.1

3.2.5.1.14 Escaleras de oficinas.

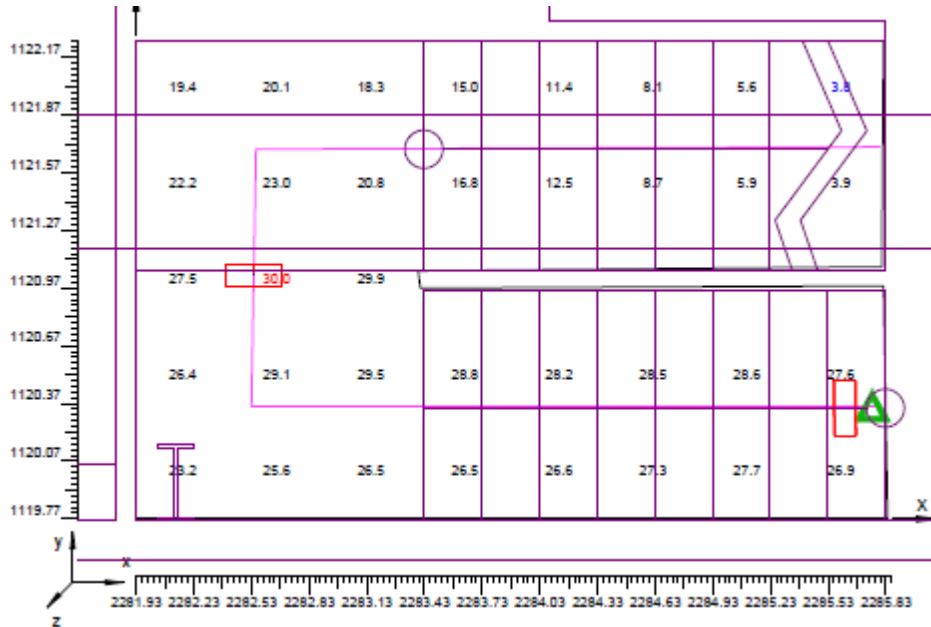


Figura 3.2.5.1.14.1

3.2.5.2 Valores de iluminancia planta alta.

3.2.5.2.1 Despacho gerencia.

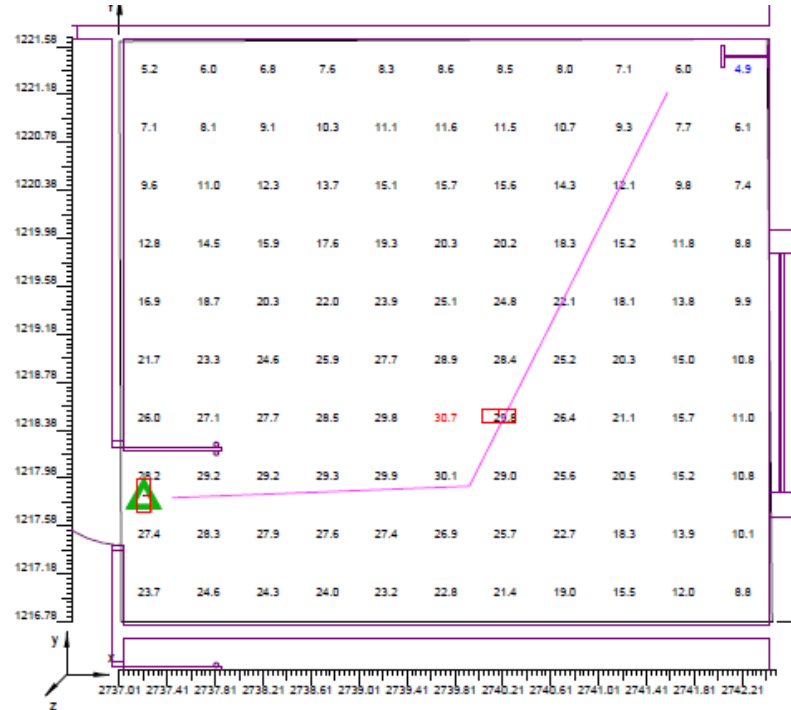


Figura 3.2.5.2.1.1

3.2.5.2.2 Almacén de recambios planta alta.

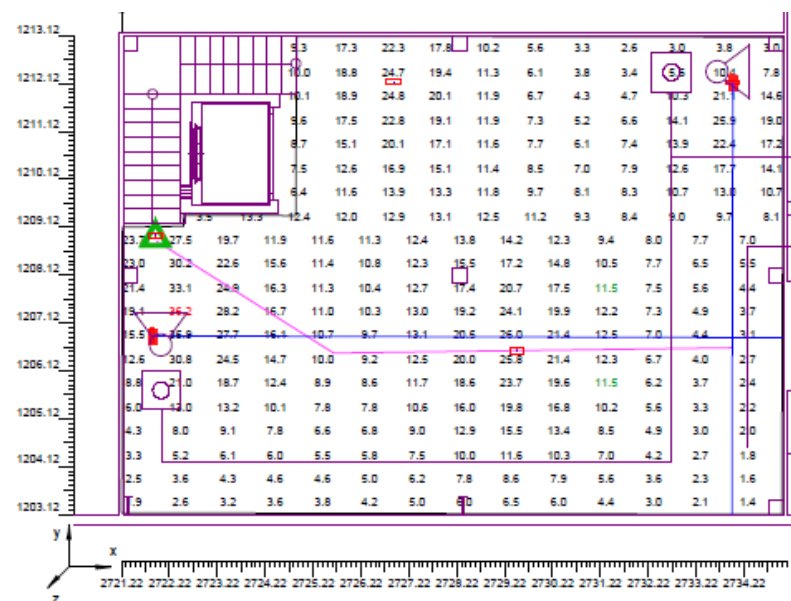


Figura 3.2.5.2.2.1

3.2.5.2.3 Oficina administrativa.

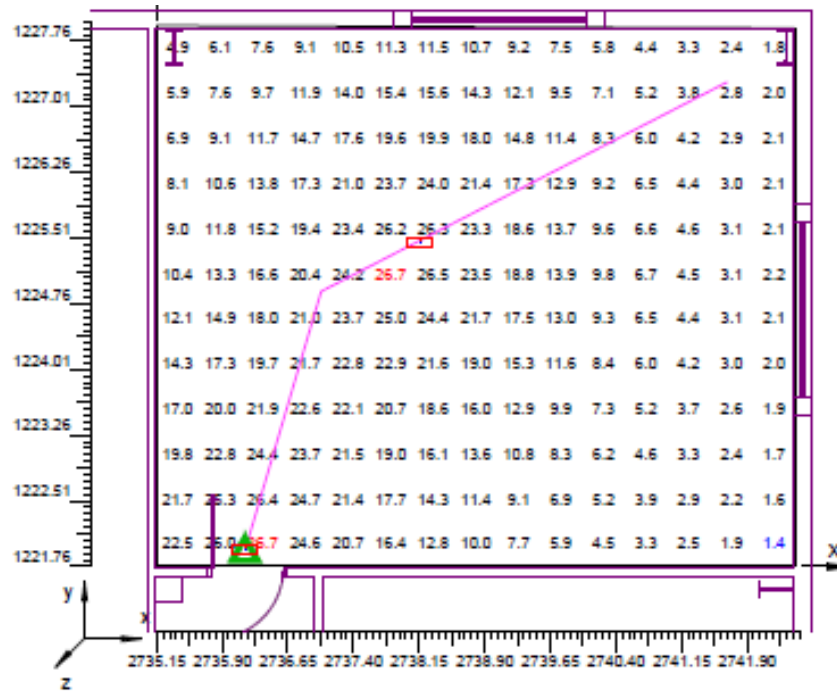


Figura 3.2.5.2.3.1

3.2.5.2.4 Pasillo planta alta.

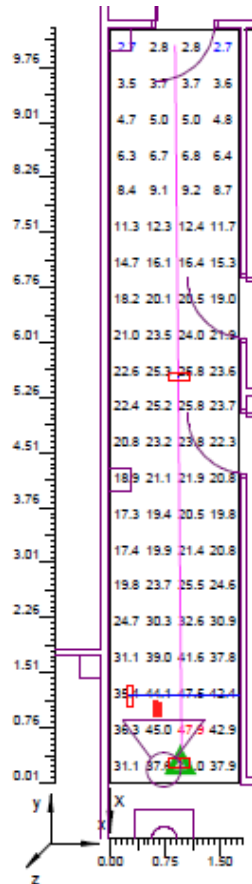


Figura 3.2.5.2.4.1

3.2.5.2.5 Aseo hombres planta alta.

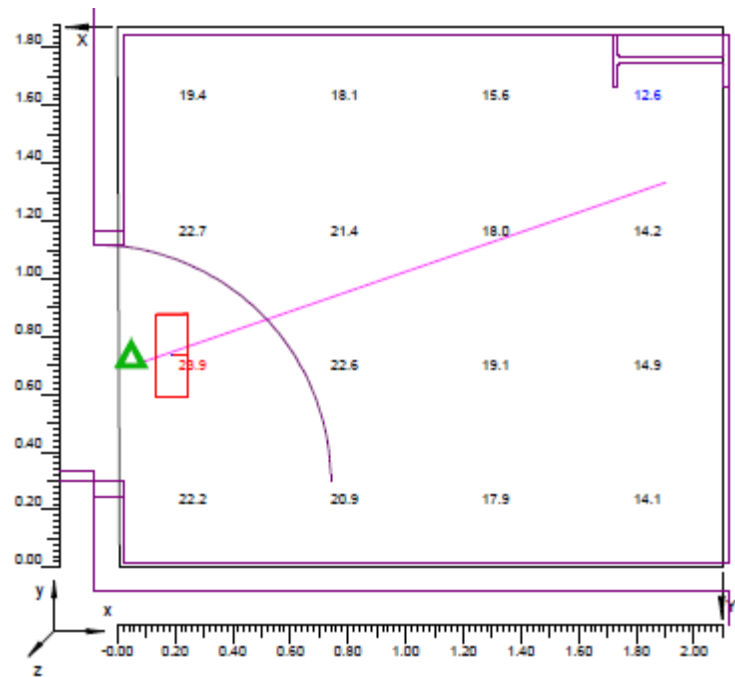


Figura 3.2.5.2.5.1

3.2.5.2.6 Aseo mujeres planta alta.

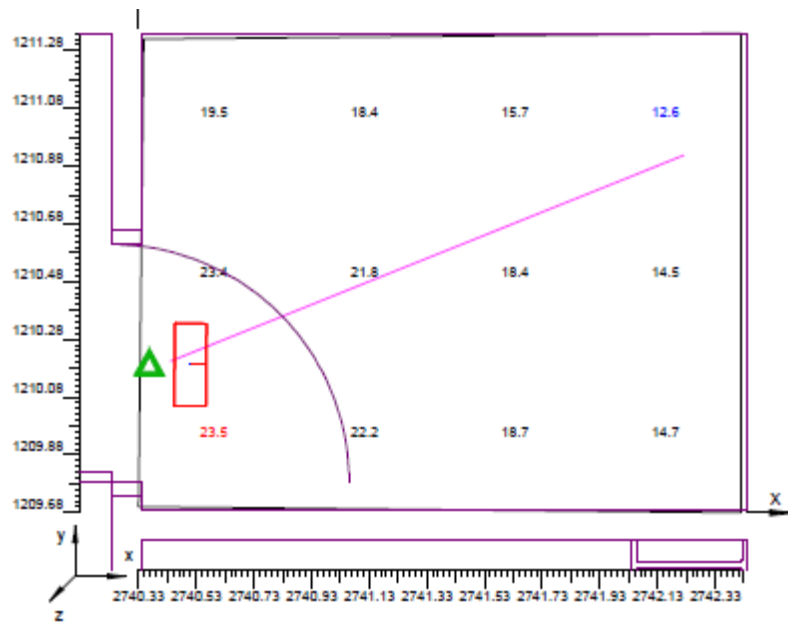


Figura 3.2.5.2.6.1

3.2.5.2.7 Recibidor planta alta.

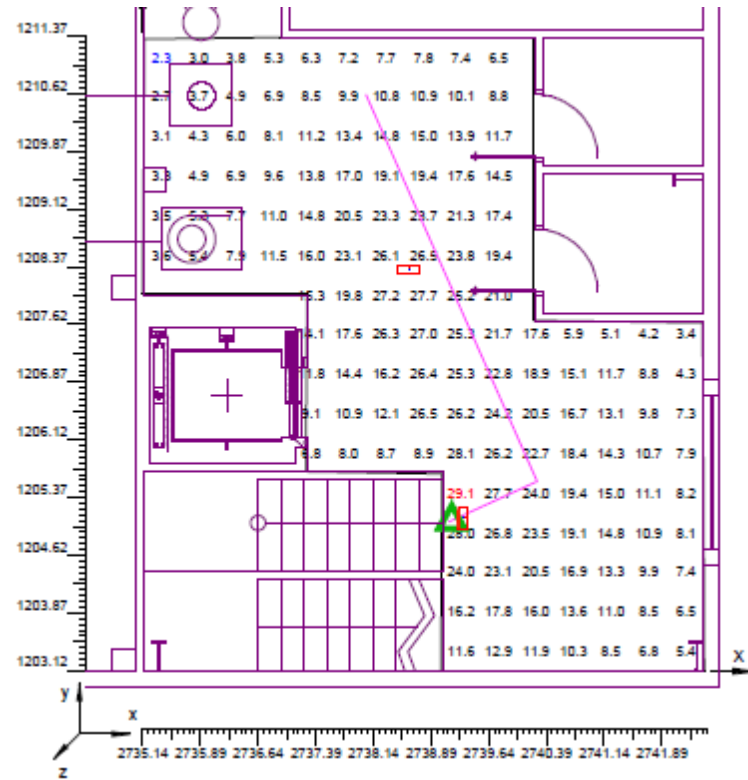


Figura 3.2.5.2.7.1

3.2.5.2.8 Sala de reuniones.

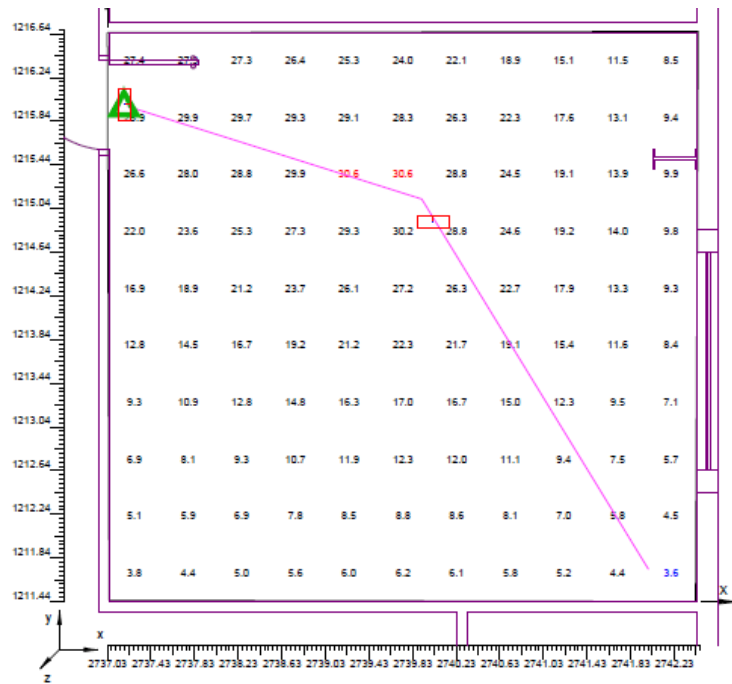


Figura 3.2.5.2.8.1

3.2.6 UBICACIÓN DE LUMINARIAS POR LOCALES.

En las tablas que se presentan a continuación, se nombran las luminarias de cada local conforme a lo especificado en la documentación gráfica para así facilitar la correcta colocación de las luminarias de emergencia en la obra.

Referencias:

E.S → Luminarias de señalización de rutas de evacuación y salidas.

P.S → Luminarias de señalización de puntos de seguridad.

G → Luminarias de para la iluminación general.

Zona	Local	Ref. Luminarias	Colocación		Altura colocación (m)
			Techo	Pared	
PLANTA BAJA	Almacén de recambios planta baja	E.S	X		2,6
		P.S		X	1,8
		G	X		2,6
	Almacén de residuos	E.S	X		2,6
		P.S		X	1,8
		G	X		2,6
	Local de pinturas	E.S	X		2,6
		P.S		X	1,8
		G	X		2,6
	Archivo Hall	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Aseo hombres planta baja	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Pasillo planta baja	E.S	X		2,6
		P.S		X	1,8

		G	X		2,6
	Vestuario masculino	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Aseo mujeres planta baja	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Taller	E.S	X		2,6
		P.S		X	1,8
		G	X		2,6
	Escaleras del almacén	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Vestuario femenino	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Sala de compresor	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Hall	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Escaleras de oficinas	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
PLANTA ALTA	Director gerente	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Almacén de recambios planta alta	E.S	X		2,6
		P.S		X	1,8
		G	X		2,6
	Oficina administrativa	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Pasillo planta alta	E.S	X		2,6
		P.S		X	1,8

		G	X		2,6
	Aseo hombres planta alta	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Aseo mujeres planta alta	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Recibidor planta alta	E.S	X		2,6
		G	X		2,6
	Sala de reuniones	E.S	X		2,6
		G	X		2,6

Tabla 3.2.6.1 – Ubicación de luminarias de emergencia

3.2.7 TABLA DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA.

ZONA	Nº DE LUMINARIA
ZONA 1	4 (Fase R)
ZONA 2	7 (Fase S)
ZONA 3	4 (Fase T)
ZONA 4	2 (Fase R)
ZONA 5	8 (Fase S)
ZONA 6	3 (Fase T)
ZONA 7	12 (Fase R)
ZONA 8	6 (Fase S)
ZONA 9	15 (Fase T)

Tabla 3.2.7.1 – Ubicación de luminarias de emergencia



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXO III: SISTEMA CONTRA INCENDIOS

ÍNDICE

3.3 SISTEMA CONTRA INCENDIOS	5
3.3.1 ZONA INDUSTRIAL	5
3.3.1.1 OBJETO DEL ANEXO.	5
3.3.1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	5
3.3.1.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA.....	6
3.3.1.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULOS DEL NIVEL DE RIESGO DEL COMPLEJO INDUSTRIAL.....	7
3.3.1.4.1 Características del Edificio.	7
3.3.1.5 EVALUACIÓN DEL NIVEL INTRÍNSECO DE CADA SECTOR O ÁREA DE INCENDIO.....	8
3.3.1.5.1 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio para actividades de reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento.....	11
3.3.1.5.2 Para actividades de almacenamiento.	12
3.3.1.5.3 Densidad de carga de fuego para dicho edificio industrial.	13
3.3.1.6 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.....	14
3.3.1.6.1 Fachadas accesibles.	14
3.3.1.6.2 Condiciones del entorno de los edificios.....	15
3.3.1.6.3 Condiciones de aproximación de edificios.	15
3.3.1.7 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTORES DE INCENDIO CON ACTIVIDAD INDUSTRIAL.	16
3.3.1.8 MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA.	16
3.3.1.9 MATERIALES.	17
3.3.1.9.1 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.....	17
3.3.1.10 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.	18
3.3.1.10.1 Evacuación de los edificios industriales de tipo C.....	19
3.3.1.10.1.1 Elementos de evacuación.	19
3.3.1.10.1.2 Número y disposición de las salidas.	20
3.3.1.10.1.3 Disposición de escaleras y aparatos elevadores.....	21
3.3.1.10.1.4 Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras.....	21
3.3.1.10.1.4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes.	21
3.3.1.10.1.5 Características de las puertas.....	23
3.3.1.10.1.6 Características de los pasillos.....	24

3.3.1.10.1.7 Características de las escaleras.....	25
3.3.1.10.1.8 Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos: de acuerdo con el “Código Técnico”.....	25
3.3.1.10.2 Señalización e iluminación.	25
3.3.1.11 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN.	27
3.3.1.11.1 Sector de zona taller.....	27
3.3.1.12 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO.....	28
3.3.1.13 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	28
3.3.1.13.1 Sistemas automáticos de detección de incendio.....	28
3.3.1.13.2 Sistemas manuales de alarma de incendios.....	28
3.3.1.13.3 Sistemas de Comunicación de alarma.....	29
3.3.1.13.4 Sistemas de hidratantes exteriores.....	29
3.3.1.13.5 Extintores de incendio.	30
3.3.1.13.6 Sistemas de bocas de incendio equipadas	33
3.3.1.13.6.1 Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	36
3.3.1.13.6.2 Clases de abastecimiento.	37
3.3.1.13.6.3 Depósito de abastecimiento.	38
3.3.1.13.6.4 Equipo de bombeo.	39
3.3.1.13.7 Sistemas de rociadores automáticos de agua.	41
3.3.1.13.8 Sistemas de alumbrado de emergencia.....	42
3.3.1.13.9 Señalización.	43
3.3.2 ZONA ADMINISTRATIVA	44
3.3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.	44
3.3.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	45
3.3.2.3 PROPAGACIÓN INTERIOR.	45
3.3.2.3.1 Compartimentación en sectores de incendio.	45
3.3.2.3.2.1 Resistencia al fuego de los elementos separadores.....	46
3.3.2.3.2 Locales y zonas de riesgo especial.	46
3.3.2.3.3 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.....	48
3.3.2.4 PROPAGACIÓN EXTERIOR.	48
3.3.2.4.1 Medianerías y fachadas.....	48
3.3.2.4.2 Cubiertas.	48
3.3.2.5 EVACUACIÓN DE OCUPANTES.	49
3.3.2.5.1 Cálculo de ocupación.	49

3.3.2.5.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.....	49
3.3.2.5.3 Dimensionado de los medios de evacuación.	50
3.3.2.5.4 Cálculo.	50
3.3.2.5.5 Protección de escaleras.	53
3.3.2.5.6 Puertas situadas en los recorridos de evacuación.	53
3.3.2.5.7 Señalización de los medios de evacuación.....	54
3.3.2.5.8 Control del humo de incendio.	56
3.3.2.6 DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DE INCENDIO.....	56
3.3.2.6.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios.	56
3.3.2.7 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS.....	58
3.3.2.7.1 Condiciones de aproximación y entorno.	58
3.3.2.7.1.1 Aproximación a los edificios.	59
3.3.2.7.1.2 Entorno de los edificios.	59
3.3.2.7.2 Accesibilidad por fachada.	60
3.3.2.8 REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PCI	60

3.3 SISTEMA CONTRAINCENDIOS

3.3.1 ZONA INDUSTRIAL

3.3.1.1 OBJETO DEL ANEXO.

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes. En este caso, como bien se viene recalcando a lo largo del proyecto, se trata de un taller mecánico con aporte de energías renovables.

Según el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (**RD 2267/2004 de 3 de diciembre**), artículo 4 - Proyectos de construcción e implantación, se establece:

1. Los establecimientos industriales de nueva construcción y los que cambien o modifiquen su actividad, se trasladen, se amplíen o se reformen, en la parte afectada por la ampliación o reforma, según lo recogido en la disposición transitoria única, requerirán la presentación de un proyecto, que podrá estar integrado en el proyecto general exigido por la legislación vigente para la obtención de los permisos y licencias preceptivas, o ser específico; en todo caso, deberá contener la documentación necesaria que justifique el cumplimiento de este reglamento.

3.3.1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Es de aplicación el articulado de la norma en su totalidad, tanto sus prescripciones generales, como las particulares correspondientes a los usos del edificio o del establecimiento industrial.

3.3.1.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA.

Según el artículo 3 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), se establece:

Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación el Código Técnico de la Edificación: condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- a) Zona comercial: superficie construida superior a 250 m².
- b) Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².
- c) Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.
- d) Archivos: superficie construida superior a 250 m² o volumen superior a 750 m³.
- e) Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m² o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.
- f) Biblioteca: superficie construida superior a 250 m².
- g) Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.

En este caso las dimensiones de todas las zonas son inferiores a los valores establecidos, de modo que será de aplicación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre). Será necesario aplicar también el Documento Básico (DB) de Seguridad en caso de Incendio (SI) (anexo contraincendios de zona administrativa) en los casos a los cuales el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre) haga referencia a la Norma Básica de Edificación (NBE), la cual actualmente se encuentra substituida por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Los establecimientos industriales se caracterizarán por:

- a) Su configuración y ubicación con relación a su entorno.
- b) Su nivel de riesgo intrínseco.

3.3.1.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULOS DEL NIVEL DE RIESGO DEL COMPLEJO INDUSTRIAL.

3.3.1.4.1 Características del Edificio.

Según el Anexo I (Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios), apartado 2 (Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno) del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales, obtenemos que el edificio objeto es de Tipo C. Ya que se integra en las condiciones que exige:

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros, del edificio más próximo, de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

El edificio industrial está ubicado en un edificio de las siguientes características:

Tipo de edificio: Tipo C

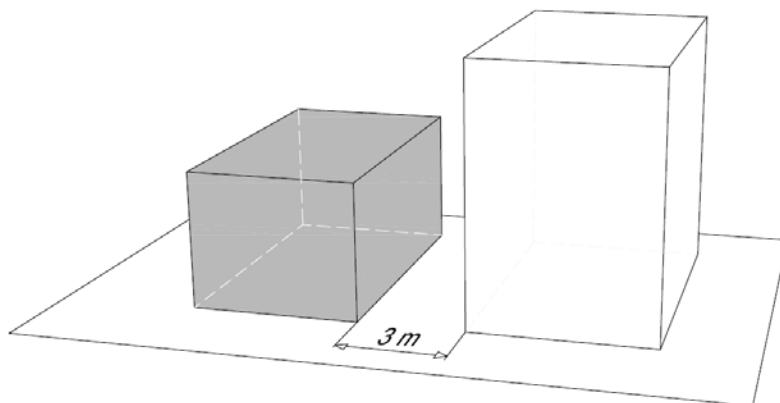


Figura 3.3.1.4.1.1

- Superficie total construida (m^2):
 - Planta baja: $1.256,65 m^2$
 - Entreplanta: $290,83 m^2$

- TOTAL: 1.547,48 m²
- Número total de plantas: 2
- Altura máxima de evacuación ascendente: 0 m
- Altura máxima de evacuación descendente: 3,30 m (3 m de altura + 0,30 m de placa)
- Ocupación total del edificio: 166 personas (CTE 2DB SI, cálculo de la ocupación)
- Densidad de carga de fuego : 4.577,85 MJ/m²
- Nivel de riesgo intrínseco: Riesgo medio (3)

3.3.1.5 EVALUACIÓN DEL NIVEL INTRÍNSECO DE CADA SECTOR O ÁREA DE INCENDIO.

Conforme al apartado 3 (Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco) del Anexo I, del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), se ha aplicado la siguiente fórmula para el cálculo del Nivel de Riesgo Intrínseco de cada sector o área de incendio.

Para los tipos A, B y C se considera sector o área de incendio, es el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Con las expresiones del apartado **3.3.1.5.1**, determinaremos la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none">- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1- Líquidos clasificados como subclase B1, en la ITC MIE-APQ1.	<ul style="list-style-type: none">- Líquidos clasificados como subclase B2 en la ITC MIE-APQ1.- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.	<ul style="list-style-type: none">- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.- Sólidos que inician su ignición a la temperatura mayor de 200 °C.

<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C. - Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente. - Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C. - Sólidos que emiten gases inflamables. 	
C = 1,60	C = 1,30	C = 1,00

Tabla 3.3.1.5.1 – Tabla1.1 del Reglamento Contra Incendios

Evaluada la densidad de fuego, ponderada y corregida, de un sector de incendio (Qs), de un edificio industrial (Qe), o de un establecimiento industrial (QE), se aplica la siguiente tabla, para determinar el Nivel de Riesgo Intrínseco.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida intrínseco		
	d	Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	QS ≤100	QS ≤425
	2	100 < QS ≤200	425 < QS ≤850
MEDIO	3	200 < QS ≤300	850 < QS ≤1275
	4	300 < QS ≤400	1275 < QS ≤1700
	5	400 < QS ≤800	1700 < QS ≤3400
ALTO	6	800 < QS ≤1600	3400 < QS ≤6800
	7	1600 < QS ≤3200	6800 < QS ≤13600
	8	3200 < QS	13600 < QS

Tabla 3.3.1.5.2 – Tabla 1.3 del Reglamento Contra Incendios

Además tendremos que comprobar, que cumplimos el apartado 2 del Anexo II del Reglamento, el cual nos dice la máxima superficie construida admisible de cada sector

de incendio. Para ello debemos comprobar en la tabla 2.1 de dicho anexo, que con los datos de Riesgo Intrínseco del sector de incendio y la configuración del establecimiento (en nuestro caso tipo C), obtendremos el límite de metros que pueden tener estas áreas.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento
	TIPO C (m2)
BAJO	(3) (4)
1	SIN LÍMITE
2	6000
MEDIO	(3) (4)
3	5000
4	4000
5	3500
ALTO	(3) (4)
6	3000
7	2500
8	2000

Tabla 3.3.1.5.3 – Tabla 2.1 del Reglamento Contra Incendios

Definición de los epígrafes (3) (4):

El epígrafe (3) nos dice que cuando se instalen sistemas rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por el reglamento contra incendios (anexo III de ese reglamento) las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1 del reglamento citado, pueden multiplicarse por 2.

El epígrafe (4) nos dice que en configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

3.3.1.5.1 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio para actividades de reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento.

Densidad de carga de fuego:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times C_i}{A} \times R_a$$

Ecuación 3.3.1.5.1.1

(1 julio= 0.24 cal.)

Donde:

a) **Q_s**: Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².

b) **C_i**: coeficiente a dimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Tabla 1.1 del Reglamento.

c) **R_a**: coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Tabla 1.2 del Reglamento.

d) **A**: Superficie construida del sector de incendio.

e) **q_{si}**: Poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Tabla 1.4 del Reglamento.

f) **S_i**: Superficie de cada zona con proceso y densidad de carga de fuego diferente.

Características del sector de incendio para actividades distintas al almacenamiento:

Atención, reparación y servicio					
LOCAL	Superficie	Carga de fuego	Ra	Ci	Producto (MJ)
CABINA DE PINTURA	22	500	1,5	1,6	26400
VEST. FEMENINO	36,36	80	1	1	2908,8
VEST. MASCULINO	35,57	80	1	1	2845,6
PASILLO PLANTA BAJA	19,6	80	1	1	1568
ARCHIVO	5,15	80	1	1	412
ZONA DE TALLER	897,5	300	1	1,3	350025

ASEO DE HOMBRES P.BAJA	3,46	80	1	1	276,8
ASEO DE MUJERES P.BAJA	3,46	80	1	1	276,8
HALL-RECEPCIÓN	58,6	80	1	1	4688
OF. ADMINISTRATIVA	44,83	600	1,5	1,3	52451,1
SALA COMPRESOR	8	300	1	1,3	3120
SALA DE REUNIONES	30,68	600	1,5	1,3	35895,6
DIRECTOR GERENTE	28,9	600	1,5	1,3	33813
PASILLO P.ALTA	18,56	80	1	1	1484,8
ASEO DE HOMBRE P.ALTA	3,46	80	1	1	276,8
ASEO DE MUJERES P.ALTA	3,46	80	1	1	276,8
RECIBIDOR P.ALTA	37,06	80	1	1	2964,8
TOTAL	1256,65	3780			519683,9

Tabla 3.3.1.5.1.1 - Densidades de carga de fuego en actividades de producción

A partir de esta tabla calcularemos la carga de fuego del sector que no pertenece a los almacenes:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \times S_i \times C_i \times R_a}{A}$$

Ecuación 3.3.1.5.1.1

$$Q_s = 413,547 \frac{MJ}{m^2}$$

3.3.1.5.2 Para actividades de almacenamiento.

Densidad de carga de fuego:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times h_i \times S_i \times C_i \times R_a}{A}$$

Ecuación 3.3.1.5.2.1

Donde:

- **Q_s**; **C_i**; **R_a**; **A** tienen la misma significación que en el apartado anterior.

- q_{vi} : Carga de fuego, aportada por cada m^3 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio.
- s_i : Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento.
- h_i : Altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles.

Almacenamiento							
Local	Sup.	Sup. Prod. Almac.	Carga de fuego	Ra	Ci	Alt. h	Prod. (MJ)
ALMACÉN RESIDUOS	56,75	20	2500	1,5	1,6	6	720000
LOCAL PINTURA	25,65	12	2500	1,5	1,6	6	432000
ALMACEN RECAMBIOS	216,43	30	800	1,5	1	6	216000
TOTAL	298,83						1368000

Tabla 3.3.1.5.2.1 - Densidades de carga de fuego en almacenes

A partir de esta tabla calcularemos la carga de fuego del sector de almacenes:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times h_i \times S_i \times C_i \times R_a}{A}$$

Ecuación 3.3.1.5.2.2

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times V_i \times C_i \times R_a}{A}$$

Ecuación 3.3.1.5.2.3

$$Q_s = 4.577,85 \frac{MJ}{m^2}$$

3.3.1.5.3 Densidad de carga de fuego para dicho edificio industrial.

Es la suma de las Q_s anteriores entre sus correspondientes superficies:

$$Q_s = \frac{413,547 \times 1.256,85 + 4.577,85 \times 298,83}{1.555,68} = 1.213,57 \frac{MJ}{m^2}$$

Ecuación 3.3.1.5.3.1

Con este valor y junto con la Tabla 1.3 (3.3.1.5.2) obtenemos lo siguiente:

$$Q_s = 1.213,57 \frac{MJ}{m^2} \rightarrow \text{Tabla 1.3} \rightarrow \text{Nivel de riesgo intrínseco MEDIO (3)}$$

Ahora con la tabla 2.1 (3.3.1.5.3) comprobamos cuantos sectores necesitamos:

Nivel intrínseco MEDIO 3 \rightarrow Tabla 2.1 \rightarrow cada sector tiene que ser de 5000 m²

$$(\text{Planta baja}) 1.256,65 \text{ m}^2 + (\text{Entreplanta}) 290,83 \text{ m}^2 = 1.547,48 \text{ m}^2$$

En este caso podemos considerar un único sector.

3.3.1.6 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.

3.3.1.6.1 Fachadas accesibles.

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Se disponen de fachadas accesibles, las cuales por definición son las que en caso de incendio, el personal servicio de extinción de incendios, tiene acceso al interior del edificio.

Los huecos de la fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Altura de alféizar respecto del nivel del la planta a la que accede no sea mayor que: 1.2 m
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1.2 m respectivamente.
- Su distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no exceden los 25 m (medida sobre la fachada y zonas de oficinas).

- No se deben instalar en la fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos (a excepción de elementos de seguridad).

Además, para considerar como fachada accesible la así definida, deberán cumplirse las condiciones del entorno del edificio y las de aproximación a este que a continuación se recogen.

3.3.1.6.2 Condiciones del entorno de los edificios.

En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las condiciones siguientes:

La ubicación de industrias en terrenos colindantes con el bosque origina riesgo de incendio en una doble dirección: peligro para la industria, puesto que un fuego forestal la puede afectar, y peligro de que un fuego en una industria pueda originar un fuego forestal.

Los establecimientos industriales de riesgo medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.

3.3.1.6.3 Condiciones de aproximación de edificios.

Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como los espacios de maniobra a los que se refieren el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre: 5 m.
- Altura mínima libre o gálibo: 4.5 m.
- Capacidad portante del vial: 2000 kp/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

3.3.1.7 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTORES DE INCENDIO CON ACTIVIDAD INDUSTRIAL.

De riesgo intrínseco medio en configuración de tipo C:

- En segunda planta bajo rasante.
- De riesgo intrínseco medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.

Como no nos encontramos dentro de estas restricciones nuestra configuración estará permitida.

3.3.1.8 MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA.

Este establecimiento industrial es un único sector de incendio y cumple los siguientes requisitos:

Sector de incendio	Riesgo intrínseco	Configuración del establecimiento	Superficie construida	Max. Superficie construida (la parcela)
Nave Industrial	MEDIO 3	TIPO C	1.547,48 m ²	4.050,00 m ²

Tabla 3.3.1.8.1

3.3.1.9 MATERIALES.

Para productos de revestimiento en suelos, paredes y techos, M2 o más favorable. Para productos situados en el interior de falsos techos y los que constituyan o revistan claves eléctricos, M1 o más favorable.

3.3.1.9.1 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio no será inferior a la estabilidad al fuego para los elementos constructivos con función portante, es decir, de RF – 90. Solución adoptada fábrica de bloque simple de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una RF – 90 y los pilares de la nave Taller irán recubiertos por panel ignífugo compuesto por vermiculita y silicato de calcio, que nos proporciona una RF – 120.

La resistencia al fuego del muro colindante con el otro establecimiento será, como mínimo, para un riesgo medio de RF – 180. Solución adoptada para el muro colindante de la nave taller con la parte de oficinas, fábrica de bloques simples de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una RF – 180.

Los elementos de partición interior serán como mínimo RF – 60. Solución adoptada fábrica de ladrillo hueco de 10 cm enfoscado por las dos caras que posee una RF-90.

El forjado tendrá una resistencia al fuego igual a la estabilidad al fuego, es decir, RF – 90. Solución adoptada forjado con jácenas IPE 270 y vigas IPE 200 con tratamiento de pintura ignífuga 1200 micras, que posee una RF-90.

Las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio, es decir, la puerta que separa una nave con la otra tendrá una RF – 90.

Todas estas características deberán ser revisadas en obra, dado que se trata de una nave ya edificada, con las particiones delimitadas. En caso de no cumplir alguna de las mismas, por ejemplo en las puertas, estas deberán ser presupuestadas y cambiadas.

3.3.1.10 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.

Primero calculamos la ocupación de nuestra nave industrial, aplicando (CTE 2DB SI).

Con la tabla 2.1 de densidades de ocupación, obtenemos:

NOTA: Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento.

CALCULO DE OCUPACION				
LOCAL	Superficie	Relación de Ocupación	Ocupantes	Redondeo
CABINA DE PINTURA	22	3	7,3	8
VEST. FEMENINO	36,36	3	12,1	13
VEST. MASCULINO	35,57	3	11,9	12
PASILLO PLANTA BAJA	19,6	2	9,8	10
ALMACEN	5,15	40	0,1	1
ZONA DE TALLER	897,5	40	22,4	23
ASEO DE HOMBRES P.BAJA	3,46	3	1,2	2
ASEO DE MUJERES P.BAJA	3,46	3	1,2	2
HALL-RECEPCIÓN	58,6	2	29,3	30
OF. ADMINISTRATIVA	44,83	10	4,5	5
SALA COMPRESOR	8	3	2,7	3
SALA DE REUNIONES	30,68	10	3,1	4
DIRECTOR GERENTE	28,9	10	2,9	3
PASILLO PLANTA ALTA	18,56	2	9,3	10
ASEO DE HOMBRE P.A.	3,46	3	1,2	2
ASEO DE MUJERES P.A.	3,46	3	1,2	2
RECIBIDOR PLANTA ALTA	37,06	2	18,5	19
ALMACÉN DE RESIDUOS	56,75	40	1,4	2
LOCAL DE PINTURA	25,65	3	8,6	9
ALMACEN DE RECAMBIOS	216,43	40	5,4	6
TOTAL	166			

Tabla 3.3.1.10.1

Por lo tanto, tenemos una ocupación total de 166 personas.

La evacuación de los establecimientos industriales se basa en las formulas del apartado 6 del Anexo II del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Los valores obtenidos para P, según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

En nuestro caso la formula es la de $P = 110 + 1,05 (p - 100)$, dado que nuestra ocupación según CTE es de 166 personas.

$$P = 110 + 1,05 (166 - 100) = 179,3 \rightarrow \text{redondeando} \rightarrow 180$$

3.3.1.10.1 Evacuación de los edificios industriales de tipo C.

3.3.1.10.1.1 Elementos de evacuación.

Existen diferentes elementos para evaluar: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas o pasillos móviles y salidas. Todos ellos se definen de acuerdo “Documento Básico DB SI Seguridad en caso de incendio” del “Código Técnico”.

3.3.1.10.1.2 Número y disposición de las salidas.

Número y disposición de las salidas: cumplirá lo dispuesto en el apartado 3 del “Documento Básico DB SI Seguridad en caso de incendio” y se ampliará en lo siguiente:

- Los establecimientos industriales clasificados, de acuerdo con el anexo I de este reglamento, como de riesgo intrínseco alto deberán disponer de dos salidas alternativas.
- Los de riesgo intrínseco medio deberán disponer de dos salidas cuando su número de empleados sea superior a 50 personas.
- Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en “Documento Básico DB SI Seguridad en caso de incendio” del “Código Técnico” apartado 3:

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35 m(**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 3.3.1.10.1.2.1 - Apartado 2, Anexo II, R.C. Incendios

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

En las zonas de los sectores cuya actividad impide la presencia de personal (por ejemplo, almacenes de operativa automática), los requisitos de evacuación serán de aplicación a las zonas de mantenimiento. Esta particularidad deberá ser justificada.

En nuestro caso según la aplicación de la norma tendremos que tener el número de salidas que se indican en la tabla según las siguientes zonas. Nosotros superaremos el número de salidas, al contar con cuatro salidas al exterior.

ZONA	NIVEL DE RIESGO	OCUPACION	NUMERO DE SALIDAS
Nave Industrial	Medio	Mayor de 50	3

Tabla 3.3.1.10.1.2.2

3.3.1.10.1.3 Disposición de escaleras y aparatos elevadores.

En nuestro caso no se dispone de escaleras en la zona de aplicación de la normativa industrial. A las escaleras dispuestas en la zona administrativa-comercial se le aplicará la normativa perteneciente al “Código Técnico de la Edificación”.

3.3.1.10.1.4 Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras.

Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: de acuerdo con el Código Técnico “4 Dimensionado de los medios de evacuación” establece:

3.3.1.10.1.4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes.

1. Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

2. A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las *escaleras protegidas* existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

3. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la *salida de planta* que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160 \cdot A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160 \cdot A$.

Por lo tanto, en el “Código Técnico de la Edificación” se establecen los siguientes criterios para calcular el dimensionado:

Puertas y pasos:

$$A \geq \frac{P}{200} \text{ con un mínimo de 0.80m}$$

La anchura de toda hoja de puerta no debe de ser menor que 0,60 m ni exceder de 1,20 m.

Siendo:

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

La nave objeto dispone de puertas de paso en los recorridos de evacuación de doble hoja de 1.65 m, según la fórmula descrita anteriormente, despejando P, nos permiten desalojar 330 personas. El nivel de ocupantes de las zonas es la descrita en la siguiente tabla:

Salida	Tipo	Ancho Puerta de Salida	Puerta de Acceso a	Ocupación máxima a evacuar (200-m. ancho de puerta)
Taller (Principal)	F	5 m	Exterior (salida del edificio)	1000
Almacén de Residuos	F	1,6 m	Exterior (salida del edificio)	320

Hall	F	1,6 m	Exterior (salida del edificio)	320
------	---	-------	--------------------------------	-----

Tabla 3.3.1.10.1.4.1.1

Podemos observar que cumplimos con dicha restricción.

Pasillos y rampas

Los pasillos de evacuación son de una anchura de 1,8 m, para cumplir con el “Documento de Accesibilidad de Galicia” según la fórmula siguiente, dichos pasillos permiten evacuar a 360 personas, cifra muy por encima de nuestro nivel de ocupación. De manera que cumplimos con dicha restricción.

$$A \geq \frac{P}{200} \geq 1,00 \text{ m}$$

Siendo:

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

3.3.1.10.1.5 Características de las puertas.

1. Las puertas previstas como *salida de planta o de edificio* y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuar mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

2. Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2003 VC1, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2003 VC1, en caso contrario.

3. Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

a) Prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de *uso Residencial Vivienda* o de 100 personas en los demás casos, o bien.

b) Prevista para más de 50 ocupantes del *recinto* o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 de esta Sección.

4. Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 14 kg. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.

5. Las puertas de apertura automática dispondrán de un sistema tal que, en caso de fallo del mecanismo de apertura o del suministro de energía, abra la puerta e impida que ésta se cierre, o bien que, cuando sean abatibles, permita su apertura manual. En ausencia de dicho sistema, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual que cumplan las condiciones indicadas en el párrafo anterior.

3.3.1.10.1.6 Características de los pasillos.

Además de cumplir los requisitos exigidos por el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio de “Código Técnico” deberán cumplir el “Documento de seguridad frente a riesgo de impacto o atropellamiento” de “Código Técnico”, que establece:

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2100 mm en zonas de uso restringido y 2200 mm en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm, como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 1000 mm y 2200 mm medida a partir del suelo.

3.3.1.10.1.7 Características de las escaleras.

En nuestro caso no se dispone de escaleras de evacuación en la planta baja.

3.3.1.10.1.8 Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos: de acuerdo con el “Código Técnico”.

En la tabla 1.2 de la sección 1 del Documento Básico DB SI Seguridad en caso de Incendio se establecen las exigencias de comportamiento ante fuego de los elementos delimitadores de los vestíbulos previos.

Los vestíbulos previos serán de uso exclusivo para circulación y sólo tendrán comunicación directa con espacios generales de circulación, aparatos elevadores, aseos y con los locales que deban disponer de dicho vestíbulo. La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo será al menos igual a 0,50 m.

En esta nave los vestíbulos previos son de uso exclusivo para la circulación, están comunicados solo con espacios generales como son la zona de taller o los vestuarios.

3.3.1.10.2 Señalización e iluminación.

Señalización e iluminación: de acuerdo con lo expuesto en el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del “Código Técnico” se tiene:

- Señalización de los medios de evacuación

1 Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “**SALIDA**”, excepto cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

b) La señal con el rótulo “**Salida de emergencia**” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.

d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

g) El tamaño de las señales será:

i) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;

ii) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;

iii) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

o Señalización de los medios de protección

1. Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

3.3.1.11 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN.

En el establecimiento industrial conforme con el artículo 7.1, anexo II del Reglamento se instalaran sistema de evacuación de humos en el siguiente sector de incendios:

3.3.1.11.1 Sector de zona taller

En el establecimiento industrial está diseñado con ventilación natural para la eliminación de los humos y gases de combustión, en su caso, tal como establece el artículo 7, anexo II del Reglamento de PCI. Los huecos se disponen uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta. Los huecos son practicables de manera manual o automática. Se dispone, además, de huecos para la entrada del aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos.

No obstante, en este proyecto se realiza la ventilación mecánica mediante dos ventiladores industriales para tal efecto: uno de impulsión forzada y otro de extracción. De esta forma se cumple la normativa estipulada por el CTE-DB-SI y CTE-DB-HS3. Este apartado se estudiará en detalle en el Anexo 8 del presente proyecto: Instalación de climatización y ventilación.

3.3.1.12 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO.

Conforme al apartado 9 del anexo II del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, en caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

3.3.1.13 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS.

3.3.1.13.1 Sistemas automáticos de detección de incendio.

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m² o superior
- Actividades de almacenamiento si están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.

No instalaremos sistemas automáticos de detección de incendio ya que en ambos la superficie construida no es igual ni superior a 3.000 y 800 m² respectivamente.

3.3.1.13.2 Sistemas manuales de alarma de incendios.

Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- a. Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si su superficie total construida es de 1.000 m² o superior, o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

b. Actividades de almacenamiento, si su superficie total construida es de 800 m² o superior, o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Instalaremos sistemas manuales de incendio debido que no tenemos instalados sistemas automáticos de detección de incendios. Estos se situarán junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe ser superior a 25m.



Imagen 3.3.1.13.2 - Pulsador de alarma manual

3.3.1.13.3 Sistemas de Comunicación de alarma.

No se ha instalado un sistema de comunicación de alarma debido a que la suma de la superficie del sector de incendio no excede de 10.000 m².

3.3.1.13.4 Sistemas de hidrantes exteriores.

No es necesaria la instalación de hidrantes exteriores ya que la configuración de la zona es de tipo C y la superficie del área de incendio es menor de 3.500 m² (Tabla 3.1 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales).

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥300	NO	SÍ	-
	≥1.000	SÍ*	SÍ	-

B	≥1.000	NO	NO	SÍ
	≥2.500	NO	SÍ	SÍ
	≥3.500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥2.000	NO	NO	SÍ
	≥3.500	NO	SÍ	SÍ

Tabla 3.3.1.13.4.1

3.3.1.13.5 Extintores de incendio.

El apartado 8, anexo III del Reglamento contra incendios en establecimientos industriales, nos manda instalar extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

NOTA: en las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de extintores.

Se han instalado los siguientes extintores de incendios portátiles de acuerdo con dicho Reglamento: Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.

<u>Agente extintor</u>	<u>Clase de fuego (UNE 23.010)</u>			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos Halogenados	(1)x	xx		

Tabla 3.3.1.13.5.1 – Tabla IV.1 UNE 23-010-76

Siendo:

xxx	Muy adecuado.
xx	Adecuado.
o	Aceptable.

Tabla 3.3.1.13.5.2

Notas:

- (1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.
- (2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Según la tabla 3.1 del Reglamento contra incendios en establecimientos industriales, la cantidad de extintores vienen dados por los siguientes parámetros:

<i>GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO</i>	<i>EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR</i>	<i>ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO</i>
BAJO	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

Tabla 3.3.1.13.5.3 – Eficacia de Extintores

Además como dice el apartado 8.4, del Reglamento contra incendios en establecimientos industriales, el emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución

será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Por lo tanto, para que no superen los 15m de distancia, instalaremos 12 extintores: 9 en la planta baja y 3 en la planta superior. La instalación de extintores ha sido aumentada debido a la presencia de obstáculos que en condiciones de incendio y el estado de alarma de los presentes pudieran causar una respuesta lenta ante la posible propagación de un Incendio.

En este caso utilizaremos extintores de Polvo ABC (polivanlente).

Descripción de los extintores:

Sector de Incendio	Superficie	Combustible	Riesgo / Volumen	Eficacia mínima	Unidades
Nave industrial	1.555,68 m ²	ABC	Medio (3) 1.213,57 $\frac{MJ}{m^2}$	21 A	12

Tabla 3.3.1.13.5.4



Imagen 3.3.1.13.5.1 - Extintor portátil

3.3.1.13.6 Sistemas de bocas de incendio equipadas.

Según el apartado 9 del anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

a) Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.

b) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

c) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m² o superior.

d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.

e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

f) Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m² o superior.

NOTA: En las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de bocas de incendio equipadas.

Por lo tanto, tendremos que instalar Bocas de Incendio Equipadas (BIEs), dado que nuestro establecimiento industrial cumple la condición d), ya que es de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es Medio y su superficie es superior a 1000 m².



Imagen 3.3.1.13.6.1 – BIE (Boca de Incendio Equipada)

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD 513/2017, 22 de Mayo) para su disposición y características, se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

Tabla 3.3.1.13.6.1

* Se admitirá BIE 25 mm con toma adicional de 45 mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

Su disposición queda:

Sector	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo Autonomía
General	DN 45 mm	2	60 minutos

Tabla 3.3.1.13.6.2

El caudal unitario será el correspondiente de aplicar a la presión dinámica disponible en la entrada de la BIE, cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado, el factor *K* del conjunto, proporcionado por el fabricante del equipo. Los diámetros equivalentes mínimos serán 10 mm para BIE de 25 y 13 mm para las BIE de 45 mm.

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a 2 bar ni superior a 5 bar y, si fuera necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión.

Para su cálculo e instalación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), hace referencia al Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD 513/2017), apartado

7, Apéndice 1 “características e instalación de los equipos, aparatos y sistemas de protección contra incendios”, en el cual nos describe:

Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual si existen, estén situadas a la altura citada.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en las hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bares en el orificio de salida de cualquier BIE. Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.

El sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 kPa (10 kg/cm²), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Además, según la norma UNE 23-500-90, se puede observar que:

- Red de uso público.

a) Su diámetro será igual o superior al calculado para la red general de distribución.

b) La reserva de agua desde donde se alimenta la red de uso público debe tener una capacidad de al menos 5 veces la calculada para la instalación de extinción de incendios.

c) Se dispondrá de un gráfico de presiones registradas durante un mínimo de dos semanas en cada uno de los meses de Enero y Agosto, indicándose el diámetro de la línea y su procedencia, expedido por la Compañía del Servicio de Aguas.

3.3.1.13.6.1 Sistemas de bocas de incendio equipadas.

La asignación categoría del abastecimiento de agua, se realiza según la tabla 2, recogida en la norma UNE 23500 de Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

Rociadores (RL) según la Norma UNE-EN 12845	Rociadores (RO) según la Norma UNE-EN 12845	Rociadores (RE) según la Norma UNE-EN 12845	BIEs	Hidrantes	Espuma física	Agua pulverizada	Categoría
			x				III
x							III
				x			II
x			x				II
	x		x				II
x				x			II
			x	x			II
	x		x	x			II
x			x	x			II
		x					I
					x		I
						x	I
		x	x				I
		x	x	x			I

NOTA. El resto de combinaciones de los sistemas instalados son de categoría I.

Tabla 3.3.1.13.6.1.1

En nuestro sistema solo se alimentarán bocas de incendio equipadas con un caudal total inferior a 600 l/min. Por tanto nos sitúa en categoría III.

3.3.1.13.6.2 Clases de abastecimiento.

Se establecen tres clases de abastecimiento: sencillo, superior o doble. A cada sistema de protección se le exige una clase de abastecimiento mínimo aceptable. Una vez determinada la categoría de abastecimiento (I, II o III) según tabla 3.3.1.13.6.2.2 se selecciona la clase de abastecimiento:

Clase		Fuentes de agua (véase el capítulo 5)	Categoría I	Categoría II	Categoría III
Abaste- cimiento SENCILLO (A. SEN)	A. SEN. A (figura 1)	Red de uso público de categoría 2			MIN
	A. SEN. B (figura 2)	Depósito o fuente inagotable (con equipo de bombeo único)			MIN
	A. SEN. C (figura 3)	Depósito de presión		MIN	OPC
	A. SEN. D (figura 4)	Depósito de gravedad tipo C		MIN	OPC
Abaste- cimiento SUPERIOR	A. SUP. A (figura 5)	Red de uso público de categoría 1		MIN	OPC
	A. SUP. B (figura 6)	Depósito de gravedad tipo A o B		MIN	OPC
	A. SUP. C (figura 7)	Depósito tipo A o B con dos o más equipos de bombeo	MIN	OPC	OPC
	A. SUP. D (figura 8)	Fuente inagotable con dos o más equipos de bombeo	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. A (figura 9)	Dos redes de uso público	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. B (figura 10)	Red de uso público más depósito de gravedad tipo A o B	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. C (figura 11)	Red de uso público más depósito de presión	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. D (figura 12)	Red de uso público más depósito o fuente inagotable	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. E (figura 13)	Dos depósitos de gravedad: uno tipo A o B y otro tipo B ó C	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. F (figura 14)	Depósito de gravedad tipo A o B más depósito de presión	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. G (figura 15)	Depósito de gravedad tipo A o B más depósito o fuente inagotable	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. H (figura 16)	Depósito de presión más depósito tipo A o B o fuente inagotable	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. I (figura 17)	Dos equipos de bombeo aspirando de dos depósitos tipo A o B	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. J (figura 18)	Dos equipos de bombeo aspirando de un depósito tipo A o B y otro C	MIN	OPC	OPC
	A. DOB. K (figura 19)	Dos equipos de bombeo aspirando de fuente inagotable	MIN	OPC	OPC
MIN Son los mínimos aceptables para cada categoría. Quiere decir que no se pueden utilizar abastecimientos de clase inferior. OPC Son opciones posibles para las categorías inferiores (II y III), donde se pueden elegir abastecimientos de clase superior o doble.					

Tabla 3.3.1.13.6.2.1

Por tanto, la clase de abastecimiento mínima exigida será: abastecimiento sencillo tipo B depósito o fuente inagotable (con equipo de bombeo único).

Finalmente, el sistema seleccionado será: abastecimiento sencillo tipo B con depósito y equipo de bombeo doble:

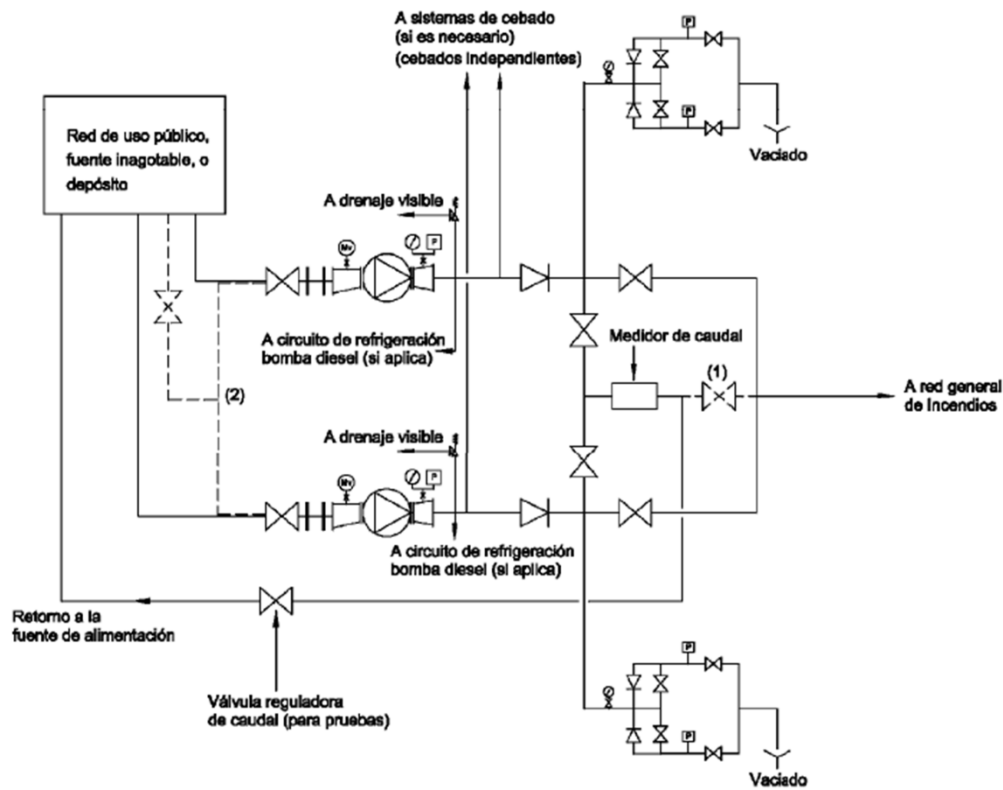


Figura 3.3.1.13.6.2.2

3.3.1.13.6.3 Depósito de abastecimiento.

Nuestra instalación cuenta con 4 BIEs tipo 45 mm donde cada una debe suministrar 3,3 l/s. Aplicando un coeficiente de simultaneidad de 2, obtenemos que nuestro depósito debe abastecer un total de 2 BIEs durante 1 hora.

Haciendo cálculos tenemos:

$$1 \text{ BIE abastece } 3,3 \text{ l/s} \times 3600 \text{ sg} = 11880 \text{ l/h}$$

$$11880 \text{ l/h} \times 2 = 23760 \text{ l/h}$$

Por lo tanto, se dispondrá de un depósito de 25000 litros para asegurar el abastecimiento de las BIE.

3.3.1.13.6.4 Equipo de bombeo.

Según la norma UNE 23500:2012, el grupo de bombeo debe ser capaz de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal a un 70% de la presión nominal, así pues:

$$140\% \text{ de } 23760 \text{ l/h} = 33264 \text{ l/h}$$

Por tanto, se dispondrá un equipo con una bomba principal eléctrica, una bomba principal diesel y bomba Jockey con las siguientes características:

Modelo	316 S 17 / 7,5
Potencia principal eléctrica	7,5 CV
Potencia principal diesel	8 CV
Potencia Jockey	2 CV
Caudal nominal	24 m ³ /s
Caudal en sobrecarga	34 m ³ /s
Altura nominal	38 mca
Altura sobrecarga	32 mca
Diámetro colector de impulsión (UNE 23500:2012)	DN 80 – 1 ½"

Tabla 3.3.1.13.6.4.1

3.3.1.13.6.5 Depósito de acumulador.

Con objeto de obtener la presión adecuada en la salida de cada una de las BIE se debe proveer al equipo de bombeo con un depósito de expansión tipo membrana.

Por tanto, para una presión de 5 bar y un caudal previsto de 23760 l/h se necesita un depósito acumulador de 1000 litros de acuerdo con el siguiente ábaco:

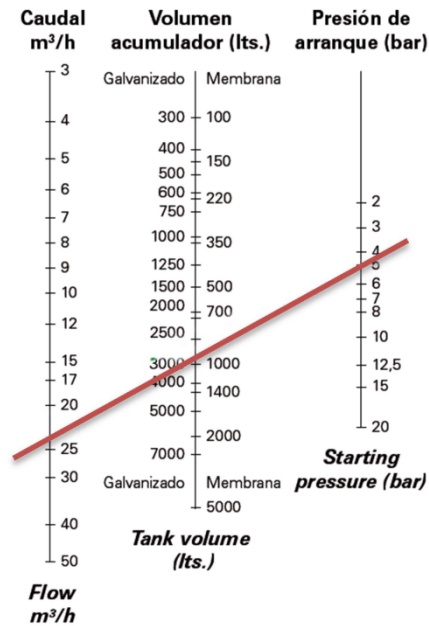


Tabla 3.3.1.13.6.5.1

3.3.1.13.6.6 Cálculo de red de tuberías.

Para obtener la velocidad del agua en el interior de una tubería emplearemos:

$$Q = V \times S$$

Ecuación 3.3.1.13.6.6.1

Donde:

Q = Caudal (m³/s).

V = Velocidad del fluido (m/s).

S = Sección interior de la tubería (m²).

Para calcular las pérdidas de presión por rozamiento con la pared interna de una tubería se empleara la ecuación de Hazem-Williams:

$$P = \frac{6,5 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85}$$

Ecuación 3.3.1.13.6.6.2

Donde:

P = pérdida de carga en el tubo (bar).

Q = Caudal que circula por el tubo (l/minuto).

d = diámetro interior medio del tubo (mm).

$C = 120$ (constante de Hazem – Williams para acero).

L = longitud del tubo más longitud equivalente de accesorios (m).

Aplicando las dos ecuaciones anteriores se puede dimensionar la red de tuberías de acero, obteniendo los tramos mostrados en las tablas mostradas en el apartado de fontanería (tablas de agua fría y pluviales), Anexo V.

3.3.1.13.7 Sistemas de rociadores automáticos de agua.

Según el apartado 11 del Anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en establecimientos Industriales, se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

a) Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:

1) Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

2) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500 m² o superior.

3) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.

4) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m² o superior.

5) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.

b) Actividades de almacenamiento si:

6) Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m² o superior.

7) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m² o superior.

8) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.

9) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.

10) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.

NOTA: Cuando se realice la instalación de un sistema de rociadores automáticos de agua, concurrentemente con la de un sistema automático de detección de incendio que emplee detectores térmicos de acuerdo con las condiciones de diseño (apartado 1 del anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales), quedará cancelada la exigencia del sistema de detección.

Por lo tanto en nuestro establecimiento industrial (Tipo C y riesgo intrínseco medio) no es necesaria la instalación de sistema rociadores automáticos de agua ya que no superamos los 3.500 m² superficie construida (en este caso la superficie construida es de 1.555,68 m²).

3.3.1.13.8 Sistemas de alumbrado de emergencia.

Conforme con el artículo 16, anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- a) Estén situados en planta bajo rasante.
- b) Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- c) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

También contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

- a) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II.8 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.

b) Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

Por lo tanto, se ha instalado un sistema de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación y los sectores de incendios indicados en la documentación gráfica del proyecto, empleando señales indicadoras que cumplen lo establecido en el subapartado 16.3 del Reglamento y UNE 23.034.3.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 % de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los espacios definidos en el apartado 16.2 del anexo III, del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40 en el eje de los pasos principales.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

3.3.1.13.9 Señalización.

Tal como se indica en la documentación gráfica del proyecto, se ha procedido a señalizar las salidas de uso habitual y de emergencia y los medios de protección contra incendios manuales, según lo dispuesto en el “Código Técnico”.

El edificio cumple tanto las condiciones de aproximación y las del entorno así como las de accesibilidad por fachada.



Imagen 3.3.1.13.9.1



Imagen 3.3.1.13.9.2

3.3.2 ZONA ADMINISTRATIVA

3.3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.

Este Documento Básico (DB) de seguridad en caso de incendio (SI) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.

Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE y son los siguientes:

Artículo 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI):

1. El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

3. El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

3.3.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN.

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I) excluyendo los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”

A la zona industrial le corresponde el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, sin embargo a la zona administrativa le corresponden las normas de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico (en el reglamento industrial establece que si se comparten zonas administrativas con la zona industrial, de modo que se superen unos valores determinados, que es nuestro caso, a la zona administrativa se le aplicará el reglamento que le corresponda).

3.3.2.3 PROPAGACIÓN INTERIOR.

3.3.2.3.1 Compartimentación en sectores de incendio.

1. Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

2. A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

3. La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.

4. Las escaleras y los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E30 o bien de un vestíbulo de independencia con una puerta EI2 30-C5, excepto en zonas de riesgo especial o de uso para aparcamiento, en las que se debe disponer siempre el citado vestíbulo.

3.3.2.3.2.1 Resistencia al fuego de los elementos separadores.

La solución adoptada para el muro colindante de la zona administrativa con la zona taller será en fábrica de bloques simples de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una EI120.

Los elementos de partición interior serán de fábrica de ladrillo hueco de 10 cm enfoscado por las dos caras como ya se ha mencionado en otros apartados a lo largo de este proyecto.

3.3.2.3.2 Locales y zonas de riesgo especial.

1. Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1. Los locales así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la siguiente tabla.

<i>Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios</i>			
Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI2 45-C5	2 x EI2 30 -C5	2 x EI2 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m

Tabla 3.3.2.3.2.1

2. Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con la de compartimentación establecida en este DB.

En nuestro caso se dispone de una zona de riesgo especial clasificado como de riesgo bajo, que es la correspondiente a la sala de ascensores que dispondrá de muro de fábrica de ladrillo hueco de 10 cm enfoscado por las dos caras. El máximo recorrido de evacuación hasta una salida es inferior a 25 m.

3.3.2.3.3 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.

1. Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 del Documento básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico.

En cumplimiento con lo expuesto se utilizará muro de fábrica de ladrillo hueco de 8 cm enfoscado por las dos caras.

3.3.2.4 PROPAGACIÓN EXTERIOR.

3.3.2.4.1 Medianerías y fachadas.

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de las fachadas, ya sea entre dos edificios, o bien en un mismo edificio, entre dos sectores de incendio del mismo, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas. La solución adoptada será fábrica de bloques simples de hormigón sin revestir de 20 cm de espesor que posee una EI120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio o entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, dicha fachada debe ser al menos EI60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada. Por lo que con el espesor anterior será suficiente.

3.3.2.4.2 Cubiertas.

1. Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una *resistencia al fuego* REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de

anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentado de un *sector de incendio* o de un local de riesgo especial alto. Como no existen edificios colindantes no será de aplicación.

2. En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

$d(m)$	$\geq 2,50$	2,00	1,75	1,25	1,00	0,75	0,50	0
$h(m)$	0	1,00	1,50	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

Tabla 3.3.2.4.2

En nuestro caso tenemos un único sector, por lo que no será de aplicación.

3.3.2.5 EVACUACIÓN DE OCUPANTES.

3.3.2.5.1 Cálculo de ocupación.

El cálculo de la ocupación se realizará en base a la tabla 2.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 apartado 2, como ya hicimos en el apartado 3.3.1.10.

- Zona administrativa (1 persona cada $10m^2$) \rightarrow 25 personas

Y una ocupación total de: 166 personas

3.3.2.5.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.

En el Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 3 se establece que para recintos con más de una salida en planta la longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a

algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excederá de 25 m.

3.3.2.5.3 Dimensionado de los medios de evacuación.

Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160A$.

3.3.2.5.4 Cálculo.

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1 del Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 4. Según esta tendremos:

Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(f)} \geq 0,80m^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60m, ni exceder de 1,23m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00m^{(3)(4)(5)}$
Escaleras no protegidas⁽⁸⁾ evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$

Tabla 3.3.2.5.4.1 – Tabla 4.1 DBS-CT para normas en caso de incendio.

A = Anchura del elemento, [m].

AS = Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de *salida del edificio*, [m].

h = Altura de evacuación ascendente, [m].

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable.

S = Superficie útil del recinto de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas.

Incluye la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias.

1. La anchura de una puerta de salida del recinto de una escalera protegida a planta de salida del edificio debe ser al menos igual al 80% de la anchura de la escalera.

2. En uso hospitalario $A \geq 1,05$ m, incluso en puertas de habitación.

3. En uso hospitalario $A \geq 2,20$ m ($\geq 2,10$ m en el paso a través de puertas).

4. En establecimientos de uso Comercial, la anchura mínima de los pasillos situados en áreas de venta es la siguiente:

a) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada excede de 400 m²:

- si está previsto el uso de carros para transporte de productos:
 - Entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 4,00$ m.
 - En otros pasillos: $A \geq 1,80$ m.
- si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,40$ m.

b) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada no excede de 400 m²:

- si está previsto el uso de carros para transporte de productos:
 - Entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 3,00$ m.
 - En otros pasillos: $A \geq 1,40$ m.
- si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,20$ m.

5. La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.

8. Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, graderíos y tribunas de *recintos* cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos etc.

9. La anchura mínima es la que se establece en DB SU1-4.2.2, tabla 4.1.

Para las escaleras tendremos la ocupación de la planta superior de la zona administrativa, que es de 49 personas, de modo que:

$$A > 45/160 = 0,28125 \text{ m}$$

Nuestras escaleras son de 1.20 metros de ancho cumpliendo así la normativa.

En la tabla 4.2 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 4 podemos comprobar que para una escalera de evacuación descendente con 1m de ancho, la máxima evacuación permitida sería de 160 personas, por lo que se cumple la normativa.

Para la evacuación de la planta inferior tendremos en cuenta tanto la ocupación de la planta superior como de la inferior siendo esta de $45+69=114$ en total personas, obteniendo así:

$$A > 114/200 = 0,57 \text{ m}$$

Nuestras puertas de evacuación son de 5m por lo que cumplimos la normativa.

3.3.2.5.5 Protección de escaleras.

De acuerdo con la tabla 5.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 3 en el apartado 5 la escalera no debe de ser protegida puesto que la altura de evacuación es menor de 14m.

Uso previsto ⁽¹⁾ Condiciones según tipo de protección de la escalera		
h= altura de evacuación de la escalera		
P= número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas		
No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente		
Residencial vivienda	$h \leq 14 \text{ m}$	$h \leq 28 \text{ m}$
Administrativo, Docente	$h \leq 14 \text{ m}$	$h \leq 28 \text{ m}$
Comercial, Pública Concurrencia	$h \leq 10 \text{ m}$	$h \leq 20 \text{ m}$

Tabla 3.3.2.5.5 – Tabla 5.1 del DBS-CT para normas en caso de incendio.

3.3.2.5.6 Puertas situadas en los recorridos de evacuación.

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2008, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como en caso contrario, cuando se trate de puertas con apertura en el sentido de la evacuación, conforme al siguiente apartado, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2008.

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

- a) prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien.
- b) prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 5.2 de este anexo. Según el cual como tendremos más de 100 personas hemos instalado puertas cuyo sentido de apertura serán siempre en el de evacuación, tanto las de la planta superior como las de la planta baja.

3.3.2.5.7 Señalización de los medios de evacuación.

Señalización e iluminación: de acuerdo con lo expuesto en el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del “Código Técnico” se tiene:

Señalización de los medios de evacuación.

1. Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “**SALIDA**”, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- b) La señal con el rótulo “**Salida de emergencia**” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de

determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida.

g) El tamaño de las señales será:

i) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.

ii) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

iii) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Señalización de los medios de protección.

1. Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalizar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.

b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.

c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

2. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto-luminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

3.3.2.5.8 Control del humo de incendio.

En los casos que se indican a continuación se debe instalar un sistema de control del humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad:

- a) Aparcamientos que no tengan la consideración de aparcamiento abierto.
- b) Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas.
- c) Atrios, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas.

No nos encontramos en ninguno de los citados casos de modo que no será necesaria la instalación de un sistema de control de humo de incendio.

3.3.2.6 DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DE INCENDIO.

3.3.2.6.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios.

Según la tabla 1.1 del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico en la Sección 4 en el apartado 1, los equipos e instalaciones de protección contra incendios será el siguiente en función del uso, en nuestro caso sólo nos afecta el general y el administrativo:

En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A - 113B: <ul style="list-style-type: none">- Cada 15m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.- En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la sección 1⁽¹⁾ de este DB.
Bocas de incendio	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas ⁽²⁾ .
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 35 m. ⁽³⁾

Hidratantes exteriores	<p>Si la altura de evacuación descendente excede de 28m o si la ascendente excede de 6m, así como en establecimientos de densidad de ocupación mayor que una persona cada 5m² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m².</p> <p>Al menos un hidratante hasta 10.000 m² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m² adicionales o fracción.⁽⁴⁾</p>
Instalación automática de extinción	<p>Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 80 m.</p> <p>En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en <i>uso Hospitalario o Residencial Público</i> o de 50 kW en cualquier otro uso ⁽⁵⁾.</p> <p>En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1.000 kVA en cada aparato o mayor que 4.000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de <i>uso Pública Concurrencia</i> y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2.520 kVA respectivamente.</p>
Administrativo	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁸⁾
Columna seca ⁽⁶⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendios	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio.
Hidratantes exteriores	<p>Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m².</p> <p>Uno más por cada 10.000 m² adicionales o fracción.⁽⁴⁾</p>
Comercial	

Extintores portátiles	En toda agrupación de locales de riesgo especial medio y alto cuya superficie construida total excede de 1.000m ² , extintores móviles de 50 kg de polvo, distribuidos a razón de un extintor por cada 1.000m ² de superficie que supere dicho límite y fracción.
Bocas de incendio	Si la superficie construida excede de 500m ² . ⁽⁸⁾
Columna seca ⁽⁶⁾	Si la altura de evacuación excede de 24m.
Sistema de alarma	Si la superficie construida excede de 1.000m ² .
Sistema de detección de incendio ⁽¹⁰⁾	Si la superficie construida excede de 2.000m ² . ⁽⁹⁾
Instalación automática de extinción	Si la superficie total construida excede de 1.500m ² , en las áreas públicas de ventas en las que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida aportada por los productos comercializados sea mayor que 500 MJ/m ² (aproximadamente 120 Mcal/m ²) y en los recintos de riesgo especial medio y alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB.
Hidratantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 1.000 y 10.000m ² . Uno más por cada 10.000m ² adicionales o fracción. ⁽⁴⁾

Tabla 3.3.2.6.1 – Tabla 1.1.del Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio del Código Técnico

Dentro de las dotaciones generales no hay zonas de riesgo especialmente alto, el ascensor no atiende a plantas de más de 50 m de altura de evacuación y la evacuación descendente no excede de 28 m. De modo que las medidas de protección contraincendios serán la dotación de extintores portátiles de eficacia 21A-113B-C cada 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

3.3.2.7 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS.

3.3.2.7.1 Condiciones de aproximación y entorno.

3.3.2.7.1.1 *Aproximación a los edificios.*

Los viales de aproximación a los espacios de maniobra, deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) anchura mínima libre 3,5 m.
- b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m.
- c) capacidad portante del vial 20 kN/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

En este caso cumplimos holgadamente dichos requisitos, ya la nave para taller mecánico está ubicada en un polígono industrial con amplios accesos.

3.3.2.7.1.2 *Entorno de los edificios.*

Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que 9 m deben disponer de un espacio de maniobra que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos principales:

- a) anchura mínima libre 5 m.
- b) altura libre la del edificio.
- c) separación máxima del vehículo al edificio (desde el plano de la fachada hasta el eje de la vía):
 - edificios de hasta 15 m de altura de evacuación 23 m.
 - edificios de más de 15 m y hasta 20 m de altura de evacuación 18 m
 - edificios de más de 20 m de altura de evacuación 10 m.
- d) distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio 30 m;
- e) pendiente máxima 10%;
- f) resistencia al punzonamiento del suelo 10 t sobre 20 cm ϕ .

En nuestro caso no hay una altura de evacuación descendente de más de 9 m de modo que estas exigencias no nos afectan.

El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

3.3.2.7.2 Accesibilidad por fachada.

Las fachadas deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:

- a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
- b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
- c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

3.3.2.8 REGLAMENTO DE INSTALACIONES DE PCI.

- **Objeto y ámbito de aplicación.**

Es objeto del presente Reglamento establecer y definir las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios.

- **Características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contraincendios.**

➤ **Extintores de incendio**

1. Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al " Reglamento de aparatos a presión" y a su Instrucción técnica complementaria MIE-AP5.

2. Los extintores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, con independencia de lo establecido por la ITC-MIE-AP5, ser aprobados de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 de este Reglamento, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE 23.110.

3. El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.

➤ **Sistemas manuales de alarma de incendios**

Los sistemas manuales de alarma de incendio estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

La fuente de alimentación del sistema manual de pulsadores de alarma, sus características y especificaciones, deberán cumplir idénticos requisitos que las fuentes de alimentación de los sistemas automáticos de detección, pudiendo ser la fuente secundaria común a ambos sistemas.

Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 metros.

Todos los aparatos contraincendios utilizados en este proyecto (Extintores y Pulsadores de alarma) cumplen la normativa establecida en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contraincendios.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXO IV: INSTALACIÓN ELECTRICIDAD

ÍNDICE

3.4 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD	5
3.4.1. OBJETO DEL ANEXO.....	5
3.4.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS.....	5
3.4.3 CONSIDERACIONES GENERALES.....	6
3.4.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.	7
3.4.5. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR.	8
3.4.6 PREVISIÓN DE CARGAS.....	9
3.4.7 ENLACE DEL C.T CON EL CUADRO GENERAL.....	15
3.4.8 CUADROS SECUNDARIOS.....	15
3.4.8.1 CUADROS DE ALUMBRADO.....	15
3.4.8.1.1 Cuadro general de alumbrado.....	16
3.4.8.1.2 Cuadro secundario alumbrado 1.....	16
3.4.8.1.3 Cuadro secundario alumbrado 2.....	17
3.4.8.1.4 Cuadro secundario alumbrado 3.....	17
3.4.8.1.5 Cuadro secundario alumbrado 4.....	18
3.4.8.1.6 Cuadro secundario alumbrado 5.....	18
3.4.8.2 CUADROS DE FUERZA.....	19
3.4.8.2.1 Cuadro general de fuerza.....	19
3.4.8.2.2 Cuadro secundario fuerza 1.	20
3.4.8.2.3 Cuadro secundario fuerza 2.	21
3.4.8.2.3 Cuadro secundario fuerza 3.	21
3.4.8.2.4 Cuadro secundario fuerza 4.	22
3.4.8.3 CUADRO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	23
3.4.8.3.1 Cuadro secundario alumbrado de emergencia.....	23
3.4.9 LÍNEAS.....	23
3.4.9.1 LÍNEAS ALUMBRADO.....	23
3.4.9.1.1 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.1.....	23
3.4.9.1.2 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.2.....	24
3.4.9.1.3 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.3.....	25
3.4.9.1.4 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.4.....	25
3.4.9.1.5 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.5.....	26
3.4.9.2. LÍNEAS DE FUERZA.....	26

3.4.9.2.1 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.F.1.....	26
3.4.9.2.3 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.F.3.....	28
3.4.9.2.4 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.F.4.....	28
3.4.9.2.5 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.C.V.....	29
3.4.10 LÍNEA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	29
3.4.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN.....	30
3.4.12 PROTECCIONES.....	31
3.4.12.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRE INTENSIDADES.....	31
3.4.12.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	32
3.4.12.3 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	32
3.4.13 INSTALACIÓN DE FUERZA.....	33
3.4.13.1 MAQUINARIA.....	34
3.4.13.2 BASES DE ENCHUFE DEL TALLER.....	34
3.4.14 DEFINICIÓN DE P.A.T.....	34
3.4.14.1 PUESTA A TIERRA EN EDIFICIOS.....	35
3.4.14.2 TERRENO.....	35
3.4.14.3 TOMAS DE TIERRA.....	37
3.4.14.5 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	38
3.4.14.6 CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.....	40
3.4.14.7 RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.....	40
3.4.14.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.....	41
3.4.14.9 INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA.....	41
3.4.15 BATERÍA DE CONDENSADORES.....	41
3.4.16 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN.....	41
3.4.16.1 PREVISIÓN DE CARGAS.....	42
3.4.16.1.1 Previsión de Cargas para Líneas de Alumbrado.....	42
3.4.16.1.2 Previsión de Cargas para Líneas de Fuerza.....	42
3.4.16.1.3 Previsión de Cargas para Líneas de Alumbrado de Emergencia.....	42
3.4.16.2 CALCULO DE LAS LINEAS Y TUBOS POR CRITERIO DE INTENSIDAD MAXIMA.....	43
3.4.16.3 CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE FUERZA.....	44
3.4.16.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA.....	45
3.4.16.5 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO Y DE LA ENERGÍA PASANTE DE B.T.....	50
3.4.16.5.1 Corrientes de cortocircuito en los C.G.P.....	50
3.4.16.5.2 Corrientes de cortocircuito en los cuadros secundarios.....	54

3.4.16.5.2.1 Corrientes de cortocircuito en alumbrado.....	54
3.4.16.5.2.2 Corrientes de cortocircuito en fuerza.....	59
3.4.16.6 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.....	63
3.4.16.6.1 Cálculo de los interruptores automáticos.....	64
3.4.16.6.2 Cálculo de los diferenciales.....	64
3.4.16.7 CUADRO GENERAL PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN.....	64
3.4.17 CÁLCULOS Y HOJAS EXCEL JUSTIFICATIVAS	64
3.4.17.1 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES.....	64
3.4.17.2 TABLAS JUSTIFICATIVAS DE PREVISIÓN DE CARGAS DE ALUMBRADO Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	66
3.4.17.3 TABLAS JUSTIFICATIVAS DE PREVISIÓN DE CARGAS DE FUERZA.....	68
3.4.17.4 TABLAS JUSTIFICATIVAS DE SECCIONES.....	71

3.4 INSTALACIÓN ELECTRICIDAD

3.4.1. OBJETO DEL ANEXO.

En la nave industrial para taller mecánico objeto del presente proyecto tienen lugar una serie de actividades productivas que demandan gran cantidad de energía eléctrica. Se consideran las máquinas eléctricas que intervienen directamente en el proceso productivo de la empresa, el servicio de fuerza que se prevé que será necesario en cada zona de la nave industrial y los consumos de alumbrado necesarios para el trabajo en el interior del recinto. Por todo ello es necesario desarrollar un proyecto de la instalación eléctrica de este taller donde se calculen sus parámetros y se reflejen sus características a fin de dimensionar correctamente cada elemento, y que el conjunto de la instalación, una vez realizada, sea lo más fiable y económica posible.

Para el diseño de dicha instalación eléctrica se ha seguido el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (REBT) RD 842/2002, las Normas particulares para instalaciones de enlace de la Empresa Suministradora, el Código Técnico de la Edificación (CTE) y todas las normas UNE que le son de aplicación.

3.4.2 EMPRESA SUMINISTRADORA DE ENERGÍA Y CARACTERÍSTICAS.

El suministro eléctrico será realizado por la empresa GAS NATURAL FENOSA, empresa suministradora de la zona. El cliente, según circunstancias, debido a la liberalización del mercado de la energía eléctrica podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

El suministro eléctrico se realizará en forma de tensión alterna a la frecuencia normalizada de la red de 50 Hz, a través de una línea trifásica cuya tensión de servicio es de 15 kV con una tensión más elevada de red de 17,5 kV (ITC-07 del RLAT). El paso de tensión de 15 kV a 400 V de tensión compuesta y 230 V de tensión simple se realizará mediante un transformador propiedad de la empresa suministradora (y

ubicado en el propio polígono industrial), y ese será el régimen de tensión al cual funcionan los equipos eléctricos de la instalación.

3.4.3 CONSIDERACIONES GENERALES.

La instalación eléctrica objeto del presente proyecto, estará constituida por un Centro de Transformación de interior (C.T.), en cuyo interior estará el Cuadro de B.T. (C.B.T.) de donde partirá una línea que alimentará al Cuadro General Principal de Baja Tensión (C.G.P.) de la nave, y desde él se distribuirán las líneas a los diferentes cuadros secundarios repartidos por la instalación.

El suministro de energía eléctrica se realizará por medio de una línea de distribución subterránea de 15 kV de tensión nominal que alimentará al C.T. La tensión más elevada que se puede presentar entre un conductor y su aislamiento será de 17,5 kV. La línea de alimentación, en función del valor de tensión de distribución y atendiendo a la clasificación que establece el Reglamento, se considerará como de 3ª Categoría por ser menor de 30 kV la tensión de suministro.

El consumo en baja tensión (B.T.), se realizará a 400 V de tensión compuesta y se distribuirá por medio de 3 fases y un conductor de neutro.

La instalación será realizada por un Instalador Autorizado y en posesión del Certificado de Instalador Electricista, expedido por la Delegación Provincial de Industria y Energía, ateniéndose en todo momento al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria y las normas establecidas por la empresa suministradora.

La potencia eléctrica total que demandará la instalación será la que resulte de aplicar a la potencia total instalada unos coeficientes que vendrán determinados bien por Normativa, bien por estudios o auditorías de consumos de energía eléctrica que se hayan realizado anteriormente en instalaciones semejantes durante periodos de tiempo significativos que abarquen la totalidad del proceso productivo, o simplemente por las experiencias previas del Proyectista a la hora de dimensionar la potencia eléctrica instalada en industrias similares a la proyectada. Los coeficientes a los que se hace referencia anteriormente son los que se definen a continuación:

a) Coeficiente de simultaneidad (kS). Este parámetro dará una idea de la no coincidencia temporal en la demanda de potencia de las cargas.

b) Coeficiente de utilización (kU). Este factor tendrá en cuenta el hecho de que durante su funcionamiento, una carga puede demandar una potencia inferior a su potencia nominal; este factor considerará la relación Potencia consumida/Potencia nominal.

La demanda máxima de potencia que se ha de prever vendrá dada por la suma de las potencias instaladas de los diferentes circuitos eléctricos que componen la instalación, afectadas por los anteriores coeficientes que les fuesen de aplicación.

3.4.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL.

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-29 (instrucción técnica complementaria de baja tensión) se considera que la actividad a desarrollar posee riesgo de incendio al manipularse material inflamable (pinturas, barnices...) en el caso de producirse un arco eléctrico, chispas, etc. por defectos de la instalación.

El material eléctrico utilizado deberá por tanto, ofrecer una estanqueidad adecuada para limitar estos riesgos.

De acuerdo con esta norma y según el punto 4.1 de dicha Instrucción, se clasifica nuestra instalación como emplazamiento de clase I; que comprenden aquellos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

Toda la instalación eléctrica se hará de acuerdo con el citado Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, Real Decreto 842/2002, Normas particulares para instalaciones de enlace de la Empresa Suministradora y Normas UNE de cumplimiento para instalaciones eléctricas.

La instalación industrial se alimentará directamente en alta tensión mediante el centro de transformación del polígono, alimentando a la nave objeto con un transformador 250 KVA para nuestra nave en cuestión. Teniendo en cuenta posibles

ampliaciones futuras. Se considerará que la instalación interior de baja tensión 400/230 V tiene su origen en la salida del transformador.

La empresa suministradora de la energía eléctrica será Gas Natural Fenosa, con una tensión nominal de servicio de 15 KV.

3.4.5. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA A INSTALAR.

En el anexo referente a la parte de fuerza se muestran y se detallan los datos técnicos en cuanto a consumo de todas y cada una de las máquinas del taller mecánico, para poder hacer el cálculo de la instalación eléctrica.

Según la norma ITC-BT-47 en el Apartado 6, en los motores cuya potencia sea superior a 0.75 KW, llevarán mecanismos de arranque y protección que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga, sea superior a los valores máximos indicados en la siguiente tabla:

MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	
Potencia nominal	Constante	Potencia nominal	Constante
del motor	máxima (Ia/Ic)	del motor	máxima (Ia/Ic)
De 0,75 a 1,5 KW	2,5	De 0,75 a 1,5 KW	4,5
De 1,5 a 5 KW	2,0	De 1,5 a 5 KW	3,0
De 5 a 15 KW	1,5	De 5 a 15 KW	2,0
		De más de 15KW	1,5

Tabla 3.4.2.1

En la que:

- Ia: Intensidad de corriente de arranque.
- Ic: Intensidad de corriente a plena carga.

Todos los motores considerados para el presente trabajo que superen los 3 KW dispondrán de un sistema de arranque estrella-triángulo, que reducirá considerablemente la intensidad necesaria para el arranque.

Se instalará en todos los motores un relé térmico en el arrancador; las máquinas de las que dispondrá la empresa. Y sus características son:

Local	Ubicación	Unidades	I. unitaria (A)	P.Unit.(KW)
Cabina pintura	Taller	1	27,06	12,00
Bancada de estirado	Taller	1	4,51	2,00
Esmeril	Taller	4	6,73	0,75
Taladro de columna	Taller	1	2,48	1,10
Prensa hidráulica	Taller	1	13,53	6,00
Elevador	Taller	5	50,74	4,50
Banco de freno y suspensión	Taller	1	13,53	6,00
Desmontadora de neumáticos	Taller	2	6,77	1,50
Equilibradora de ruedas	Taller	2	4,96	1,10
Extractor de humos	Taller	2	6,77	1,50
Motor del portal	Taller	1	3,38	1,50
Compresor	Sala del compresor	1	25,37	11,25
T.C.C.	Taller	6	3x16+16	17,70
Ascensor	Oficinas	1	10,55	4,50
Montacargas del almacén	Almacén de recambios	1	2,58	1,10
Bomba principal eléctrica	Sala del compresor	1	12,45	5,52
Bomba jokey	Sala del compresor	1	3,32	1,47

Tabla 3.4.2.2

3.4.6 PREVISIÓN DE CARGAS.

Con objeto de determinar la potencia a instalar en la nave, y ver la conveniencia o no de necesitar un transformador, para la alimentación de la misma, hacemos a

continuación la previsión de cargas, después de realizado el estudio del alumbrado, de la maquinaria instalada, y de las tomas de corriente, tal y como se puede ver en el apartado de cálculos.

La instalación consta de un Cuadro General de Fuerza (CGF) y otro de Alumbrado (CGA) con una protección general y protecciones para los cuadros secundarios (todos los cuadros serán de superficie y contarán con espacio para posibles ampliaciones).

Alimenta a cuatro cuadros secundarios con circuitos de fuerza, un cuadro secundario de climatización y ventilación, cinco cuadros secundarios con circuitos de alumbrado y un cuadro secundario con circuitos de alumbrado de emergencia separados como puede verse en los esquemas unifilares, anexos y detallados a continuación.

Disposición de las cargas según las fases y coeficientes de simultaneidad.

En el apartado de Fuerza se dispone de coeficientes de simultaneidad, pero en los de alumbrado no, dado que existen momentos en los cuales se podría demandar su totalidad.

Cuadro General Principal

C.G.P.F	Fase	F.d.p	P.absor. (kW)	F c
L.F	R,S,T	0,8	169,27	1
L.A	R,S,T	0,8	12,01	1
TOTAL			181,28	

Tabla 3.4.6.1

→ **Fuerza:**

Cuadro General Fuerza:

C.G.P.F	Fase	F.d.p	P.absor. (kW)	F c
L.F.1	R,S,T	0,8	111,145	1
L.F.2	R,S,T	0,8	24,913	1
L.F.3	R,S,T	0,8	18,215	1

L.F.4	R,S,T	0,8	7,654	1
L.C.V.1	R	0,8	7,341	1
TOTAL			169,269	

Tabla 3.4.6.2

Cuadros Secundarios:

C.S.F. 1	Fase	F.d.p	P.absor (kW)	F c
L.F.1-1 Motor del portal	R,S,T	0,8	1,500	1,25
L.F.1-2 Esmeril	R,S,T	0,8	0,750	1,25
L.F.1-3 Toma de corriente combinada 2	R,S,T	0,8	17,700	0,2
L.F.1-4 Extractor de humos	R,S,T	0,8	1,500	1,25
L.F.1-5 Tomas monof. (Local de pinturas)	R	0,8	11,776	0,2
L.F.1-6 Elevador de dos columnas	R,S,T	0,8	4,500	1,25
L.F.1-7 Toma de corriente combinada 3	R,S,T	0,8	17,700	0,2
L.F.1-8 Extractor de humos	R,S,T	0,8	1,500	1,25
L.F.1-9 Cabina de pintura	R,S,T	0,8	12,000	1,25
L.F.1-10 Esmeril	R,S,T	0,8	0,750	1,25
L.F.1-11 Taladro de columna	R,S,T	0,8	1,100	1,25
L.F.1-12 Toma de corriente combinada 4	R,S,T	0,8	17,700	0,2
L.F.1-13 Esmeril	R,S,T	0,8	0,750	1,25
L.F.1-14 Prensa hidraulica	R,S,T	0,8	6,000	1,25
L.F.1-15 Toma de corriente combinada 5	R,S,T	0,8	17,700	0,2
L.F.1-16 Toma de corriente combinada 6	R,S,T	0,8	17,700	0,2
L.F.1-17 Esmeril	R,S,T	0,8	0,750	1,25
L.F.1-18 Bancada de estirado	R,S,T	0,8	2,000	1,25
L.F.1-19 Banco de frenado-suspension	R,S,T	0,8	6,000	1,25
L.F.1-20 Elevador de cuatro columnas	R,S,T	0,8	4,500	1,25
L.F.1-21 Elevador de cuatro columnas	R,S,T	0,8	4,500	1,25
L.F.1-22 Elevador de dos columnas	R,S,T	0,8	4,500	1,25
L.F.1-23 Toma de corriente combinada 1	R,S,T	0,8	17,700	0,2
L.F.1-24 Desmontadora de neumaticos	R,S,T	0,8	1,500	1,25
L.F.1-25 Equilibradora de ruedas	R,S,T	0,8	1,100	1,25
L.F.1-26 Esmeril	R,S,T	0,8	0,750	1,25
L.F.1-27 Elevador de dos columnas	R,S,T	0,8	4,500	1,25
L.F.1-28 Desmontadora de neumaticos	R,S,T	0,8	1,500	1,25
L.F.1-29 Equilibradora de ruedas	R,S,T	0,8	1,100	1,25
L.F.1-30 Bomba principal eléctrica	R,S,T	0,8	5,520	1,25
L.F.1-31 Bomba joker	R,S,T	0,8	1,470	1,25
TOTAL			188,017	

Tabla 3.4.6.3

C.S.F. 2	Fase	F.d.p	P.absor (kW)	F c
L.F.2-1 Tomas monofásicas (Taller)	R	0,8	11,776	0,2
L.F.2-2 Tomas monof. (Almacen de recambios planta baja)	S	0,8	8,832	0,2
L.F.2-3 Tomas monof. (Almacen de recambios entreplanta)	T	0,8	11,776	0,2
L.F.2-4 Tomas monof. (Sala del compresor)	R	0,8	2,944	0,2
L.F.2-5 Tomas monof. (Almacen de residuos)	T	0,8	8,832	0,2
L.F.2-6 Tomas monof. Bomba solar termica	T	0,8	2,944	0,2
L.F.2-7 Compresor	R,S,T	0,8	11,250	1,25
L.F.2-8 Montacargas almacen	R,S,T	0,8	1,100	1,3
TOTAL			59,454	

Tabla 3.4.6.4

C.S.F. 3	Fase	F.d.p	P.absor (kW)	F c
L.F.3-1 Tomas monof. (Recibidor entreplanta)	R	0,8	11,776	0,2
L.F.3-2 Tomas monof. (Pasillo entreplanta)	T	0,8	5,888	0,2
L.F.3-3 Tomas monof. (Aseo hombres entreplanta)	S	0,8	2,944	0,2
L.F.3-4 Tomas monof. (Aseo mujeres entreplanta)	S	0,8	2,944	0,2
L.F.3-5 Tomas monof. (Sala de juntas)	T	0,8	14,720	0,2
L.F.3-6 Tomas monof. (Director gerente)	R	0,8	11,776	0,2
L.F.3-7 Tomas monof. (Oficina administrativa)	S	0,8	11,776	0,2
L.F.3-8 Ascensor	R,S,T	0,8	4,500	1,3
TOTAL			66,324	

Tabla 3.4.6.5

C.S.F. 4	Fase	F.d.p	P.absor (kW)	F c
L.F.4-1 Tomas monof. (Hall)	S	0,8	8,832	0,2
L.F.4-2 Tomas monof. (Pasillo planta baja)	S	0,8	5,888	0,2
L.F.4-3 Tomas monof. (Archivo)	R	0,8	2,944	0,2
L.F.4-4 Tomas monof. (Aseo hombres planta baja)	S	0,8	2,944	0,2
L.F.4-5 Tomas monof. (Aseo mujeres planta baja)	S	0,8	2,944	0,2
L.F.4-6 Tomas monof. (Vestuario masculino)	S	0,8	8,832	0,2
L.F.4-7 Tomas monof. (Vestuario femenino)	T	0,8	5,888	0,2
TOTAL			38,272	

Tabla 3.4.6.6

C.S. CLIMA. Y VENT.	Fase	F.d.p	P.absor (kW)	F c
L.C.1 UE-01 Unidad exterior	R	0,8	3,919	1,25
L.C.2 UI-01 Cassette hall-recepcion	R	0,8	0,109	1,25
L.C.3 UI-02 Oficina administración	R	0,8	0,132	1,25
L.C.4 UI-03 Oficina gerencia	R	0,8	0,096	1,25
L.C.5 UI-04 Sala de reuniones	R	0,8	0,096	1,25
L.V.1 VE-01 Ventilacion oficinas	R	0,8	0,129	1,25
L.V.2 VI-01 Ventilacion oficinas	R	0,8	0,129	1,25
L.V.3 VE-06 Ventilacion garajes	R	0,8	0,589	1,25
L.V.4 VI-02 Ventilacion garajes	R	0,8	0,552	1,25
L.V.5 VE-04 Ventilacion vestuarios	R	0,8	0,046	1,25
L.V.6 VE-05 Ventilacion vestuarios	R	0,8	0,046	1,25
L.V.7 VE-02 Ventilacion aseos	R	0,8	0,015	1,25
L.V.8 VE-03 Ventilacion aseos	R	0,8	0,015	1,25
TOTAL			5,873	

Tabla 3.4.6.7

→ Aluminado:

Cuadro General Aluminado:

C.G.P.A.	Cuadros Secundarios	Fase	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.1	C.S.A.1	R,S,T	1	1	2,702
L.A.2	C.S.A.2	R,S,T	1	1	0,502
L.A.3	C.S.A.3	R,S,T	1	1	0,892
L.A.4	C.S.A.4	R,S,T	1	1	0,752
L.A.5	C.S.A.5	R,S,T	1	0,9	6,075
L.A.EM	C.A.EM	R,S,T	1	0,9	1,087

Tabla 3.4.6.8

Cuadros Secundarios Aluminado:

C.S.A.1	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.1. 1	Zona taller	T	200	4	1	1	0,800
L.A.1. 2	Zona taller	S	200	4	1	1	0,800
L.A.1. 3	Zona taller	R	200	5	1	1	1,000
L.A.1. 4	Local de pinturas	T	17	6	1	1	0,102

Tabla 3.4.6.9

C.S.A.2	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.2. 1	Alm. Recam. Planta Baja	T	17	8	1	1	0,136
L.A.2. 2	Alm. Recam. Planta Alta	R	17	13	1	1	0,221
L.A.2. 3	Almacen de residuos	T	17	6	1	1	0,102
L.A.2. 4	Sala del compresor	S	17	1	1	1	0,017
L.A.2. 5	Escaleras alm. de recam.	R	13	2	1	1	0,026

Tabla 3.4.6.10

C.S.A.3	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.3. 1	Recibidor Planta Alta	R	37	3	1	1	0,111
L.A.3. 2	Escaleras oficinas	T	13	2	1	1	0,026
L.A.3. 3	Aseo de hombres P.A.	S	13	2	1	1	0,026
L.A.3. 4	Aseo de mujeres P.A.	S	13	2	1	1	0,026
L.A.3. 5	Sala de juntas	S	37	4	1	1	0,148
L.A.3. 6	Director gerente	R	37	4	1	1	0,148
L.A.3. 7	Oficina administrativa	T	37	9	1	1	0,333
L.A.3. 8	Pasillo entreplanta	S	37	2	1	1	0,074

Tabla 3.4.6.11

C.S.A.4	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.4. 1	Hall-Recepción	S	37	9	1	1	0,333
L.A.4. 2	Archivo	S	13	4	1	1	0,052
L.A.4. 3	Aseo de hombres P.B.	S	13	2	1	1	0,026
L.A.4. 4	Aseo de mujeres P.B.	S	13	2	1	1	0,026
L.A.4. 5	Pasillo planta baja	T	37	3	1	1	0,111
L.A.4. 6	Vestuario masculino	R	17	6	1	1	0,102
L.A.4. 7	Vestuario femenino	S	17	6	1	1	0,102

Tabla 3.4.6.12

C.S.A.5	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
L.A.5. 1	Alumbrado exterior	R	250	5	1,8	0,9	2,025
L.A.5. 2	Alumbrado exterior	S	250	5	1,8	0,9	2,025
L.A.5. 3	Alumbrado exterior	T	250	5	1,8	0,9	2,025

Tabla 3.4.6.13

→ Alumbrado de Emergencia:

C.A.EM	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)
ZONA 1	Planta alta	R	11	4	1,8	0,9	0,071
ZONA 2	Planta alta	S	11	7	1,8	0,9	0,125
ZONA 3	Planta alta	T	11	4	1,8	0,9	0,071
ZONA 4	Planta baja	R	11	2	1,8	0,9	0,036
ZONA 5	Planta baja	S	11	8	1,8	0,9	0,143
ZONA 6	Planta baja	T	11	3	1,8	0,9	0,053
ZONA 7	Taller y almacén	R	11	12	1,8	0,9	0,214
ZONA 8	Taller y almacén	S	11	6	1,8	0,9	0,107
ZONA 9	Taller y almacén	T	11	15	1,8	0,9	0,267

Tabla 3.4.6.14

3.4.7 ENLACE DEL C.T CON EL CUADRO GENERAL.

La unión entre el centro de transformación con el Cuadro General se realizará con los conductores enterrados, estando estos dentro del Centro de Transformación.

La línea de enlace/acometida está formada por cuatro conductores aislados unipolares de aluminio de la marca Prysmian Afumex AL AFUMEX 1000V (AS) ó similar. Esta línea está constituida por un conductor por fase más uno de neutro, con aislante EPR.

Estos conductores serán de una sección de 240 mm², y se distribuyen en tubos, hasta llegar a los Cuadros Generales de Fuerza, Alumbrado y Alumbrado de Emergencia.

La línea de enlace/acometida estará protegida por un interruptor automático de 4x400A para soportar los algo más de 360A del transformador de 250KVA.

3.4.8 CUADROS SECUNDARIOS.

3.4.8.1 CUADROS DE ALUMBRADO.

Los cuadros secundarios de alumbrado serán de la casa MERLIN GERIN, serie PRAGMA superficie, de material auto extingible, según norma CEI 69521, con un

índice de protección IP 30 e IK 07. Se distribuirán según el esquema unifilar descrito en los planos.

3.4.8.1.1 Cuadro general de alumbrado.

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado, donde viene definido por las iniciales C.G.A (Cuadro General de Alumbrado), del cual partirán las líneas generales de alumbrado.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster .En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta aparamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x25 A.
- Seis interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25 A.
- Seis interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar con un calibre 4x20 A.

3.4.8.1.2 Cuadro secundario alumbrado 1.

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado, destinado a la iluminación del taller y al local de pinturas, donde viene definido por las iniciales C.S.A.1 (Cuadro Secundario de Alumbrado) situado cerca de la puerta del taller, del cual partirán las líneas de alumbrado del taller.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster .En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta aparamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Dos interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10 A.

- Tres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.

3.4.8.1.3 Cuadro secundario alumbrado 2.

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado, destinado a la iluminación de los almacenes del taller y la sala del compresor, donde viene definido por las iniciales C.S.A.2 (Cuadro Secundario de Alumbrado) situado en el taller, del cual partirán las líneas de alumbrado de los almacenes del taller, escaleras del almacén y la sala del compresor.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster .En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta aparamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20 A.
- Dos interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Tres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.
- Cinco interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10 A.

3.4.8.1.4 Cuadro secundario alumbrado 3.

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado, destinado a la iluminación de la planta alta, donde viene definido por las iniciales C.S.A.3 (Cuadro Secundario de Alumbrado) situado en el pasillo de la planta alta, del cual partirán las líneas de alumbrado del la oficina administrativa, director gerente, sala de reuniones, pasillo entreplanta, escaleras, aseos de la entreplanta y recibidor de la entreplanta.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster .En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta aparamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20 A.
- Tres interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Tres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.
- Ocho interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10 A.

3.4.8.1.5 Cuadro secundario alumbrado 4.

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado, destinado a la iluminación de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.A.4 (Cuadro Secundario de Alumbrado) situado en la zona del hall, del cual partirán las líneas de alumbrado de los vestuarios, aseos de la planta baja, almacén y hall.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta apartamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Tres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.
- Siete interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x10 A.

3.4.8.1.6 Cuadro secundario alumbrado 5.

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado, destinado a la iluminación exterior, donde viene definido por las iniciales C.S.A.5 (Cuadro Secundario de Alumbrado) situado en la zona del taller, del cual partirán las líneas de alumbrado exterior (luminarias existentes, que se aprovechan como base de cálculo para la nueva instalación)

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta apartamentación es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20 A.
- Tres interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Tres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.

3.4.8.2 CUADROS DE FUERZA.

Los cuadros secundarios de fuerza serán de la casa MERLIN GERIN, serie PRAGMA superficie, de material auto extingible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. Se distribuirán según el esquema unifilar descrito en los planos.

3.4.8.2.1 Cuadro general de fuerza.

Su situación es la marcada en el plano de fuerza, donde viene definido por las iniciales C.G.F (Cuadro General de Fuerza), del cual partirán las líneas generales de fuerza.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta apartamentación es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x320 A.
- Un interruptor bloque VIGI (cumple la función de interruptor automático y diferencial) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x250 A y sensibilidad 300 mA.
- Dos interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre 4x40 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 2x25 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x25 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x63 A.

- Dos interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x63 A.
- Un interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25 A.
- Un interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 2x63 A.

3.4.8.2.2 Cuadro secundario fuerza 1.

Su situación es la marcada en el plano de fuerza, destinado a la fuerza del taller y el local de pinturas, donde viene definido por las iniciales C.S.F.1 (Cuadro Secundario de Fuerza) situado cerca de la puerta del taller, del cual partirán las líneas de alimentación de las maquinas del taller, bombas, tomas de corriente combinadas y las tomas monofásicas del local del pinturas.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster .En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta aparamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x250 A.
- Siete interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre 4x32 A.
- Veintitres interruptores automáticos (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x16 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Un interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.
- Siete interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x40 A.
- Veintitres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25 A.

3.4.8.2.3 Cuadro secundario fuerza 2.

Su situación es la marcada en el plano de fuerza, donde viene definido por las iniciales C.S.F.2 (Cuadro Secundario de Fuerza) situado en la zona de taller, del cual partirán las líneas de alimentación de las tomas de los almacenes del taller, la sala del compresor y las líneas del compresor, de la bomba solar térmica y del montacargas del almacén.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta apartamentación es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x63 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x16 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x32 A.
- Un interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25 A.
- Un interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x40 A.
- Dos interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.
- Seis interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Tres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.

3.4.8.2.3 Cuadro secundario fuerza 3.

Su situación es la marcada en el plano de fuerza, destinado a la fuerza de la entreplanta, donde viene definido por las iniciales C.S.F.3 (Cuadro secundario de fuerza) situado en la zona del pasillo de la planta alta, del cual partirán las líneas de alimentación de tomas de corriente monofásicas de la oficina administrativa, director gerente, sala de reuniones, pasillo, aseos de la entreplanta, recibidor de la entreplanta y la línea del ascensor.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster .En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta aparamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x40 A.
- Seis interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x16 A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x32 A.
- Dos interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x25A.
- Un interruptor automático (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x20A.
- Un interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte tetrapolar, con un calibre de 4x25 A.
- Dos interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.
- Un interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x40 A.

3.4.8.2.4 Cuadro secundario fuerza 4.

Su situación es la marcada en el plano de fuerza, destinado a la fuerza de la planta baja, donde viene definido por las iniciales C.S.F.4 (Cuadro Secundario de Fuerza) situado en el pasillo de la planta baja, del cual partirán las líneas de alimentación de tomas de corriente monofásicas de los vestuarios, aseos de la planta baja, pasillo, almacén y hall.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster .En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta aparamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x25 A.
- Siete interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Dos interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x20 A.
- Tres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.

3.4.8.3 CUADRO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

El cuadro secundario de alumbrado de emergencia será de la casa MERLIN GERIN, serie PRAGMA superficie, de material auto extingible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 30 e IK 07. Se distribuirá según el esquema unifilar descrito en los planos.

3.4.8.3.1 Cuadro secundario alumbrado de emergencia.

Su situación es la marcada en el plano de alumbrado de emergencia, destinado a la iluminación de emergencia de la planta baja, entreplanta y taller, donde viene definido por las iniciales C.A.EM (Cuadro de Alumbrado de EMergencia), del cual partirán las líneas de alumbrado de emergencia tanto de la planta baja como de la planta alta.

El cuadro será estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección de las dependencias mencionadas. Esta aparamenta es la siguiente:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4x20 A.
- Tres interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre de 2x16 A.
- Tres interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad (30 mA) y corte bipolar, con un calibre de 2x25 A.
- Nueve interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar, con un calibre 2x10 A.

3.4.9 LÍNEAS.

3.4.9.1 LÍNEAS ALUMBRADO.

3.4.9.1.1 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.1.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE-EN 20.460-5-523, según la ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 18 m.

Potencia de cálculo: 2,702 KW.

Cos ϕ : 1.

Intensidad: 3,90 A

Elegimos un cable multipolar de sección $4 \times 2,5 \text{ mm}^2 + \text{TT}$ e irá en bandeja. El conductor es de la marca Prysmian tipo Afumex 750 V Quick System (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x20A.

3.4.9.1.2 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.2.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 11 m.

Potencia de cálculo: 0,502 KW.

Cos ϕ : 1.

Intensidad: 0,725 A

Elegimos un cable multipolar de sección $4 \times 2,5 \text{ mm}^2 + \text{TT}$ e irá en bandeja. El conductor es de la marca Prysmian tipo Afumex 750 V Quick System (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x20A.

3.4.9.1.3 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.3.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 24 m.

Potencia de cálculo: 0,893 KW.

Cos φ : 1.

Intensidad: 1,288 A

Elegimos un cable multipolar de sección 4x2,5mm²+TT e irá en bandeja. El conductor es de la marca Prysmian tipo Afumex 750 V Quick System (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x20A.

3.4.9.1.4 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.4.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 32 m.

Potencia de cálculo: 0,752 KW.

Cos φ : 1.

Intensidad: 1,085 A

Elegimos un cable multipolar de sección 4x2,5mm²+TT e irá en bandeja. El conductor es de la marca Prysmian tipo Afumex 750 V Quick System (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x20A.

3.4.9.1.5 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.A.5.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 43 m.

Potencia de cálculo: 6,075 KW.

Cos φ : 0,9

Intensidad: 9,743 A

Elegimos un cable multipolar de sección 4x6mm²+TT e irá en bandeja. El conductor es de la marca Prysmian tipo Afumex 750 V Quick System (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x20A.

3.4.9.2. LÍNEAS DE FUERZA.

3.4.9.2.1 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.F.1.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la *tabla* de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 18 m.

Potencia de cálculo: 111,145 KW.

Cos φ : 0,8

Intensidad: 200,53 A.

Esta línea alimenta a varios motores, por lo tanto la intensidad mínima para la que deberán estar dimensionados los conductores vendrá dada por la suma de las potencias a plena carga de todos ellos estando la del mayor multiplicada por 1,25, según la instrucción *ITC-BT-47*.

Elegimos un cable multipolar de sección $4 \times 95 \text{ mm}^2 + \text{TT}$ (XLPE) e irá en bandeja, marca Prysmian tipo Afumex 1000 V Iris tech (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x250A.

3.4.9.2.2 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.F.2.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la *tabla* de la Norma *UNE-EN 20.460-5-523*, según la *ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3*. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 11 m.

Potencia de cálculo: 24,913 KW.

Cos ϕ : 0,8

Intensidad: 44,949 A.

Esta línea alimenta a varios motores, por lo tanto la intensidad mínima para la que deberán estar dimensionados los conductores vendrá dada por la suma de las potencias a plena carga de todos ellos estando la del mayor multiplicada por 1,25, según la instrucción *ITC-BT-47*.

Elegimos un cable multipolar de sección $4 \times 10 \text{ mm}^2 + \text{TT}$ (XLPE) e irá en bandeja, marca Prysmian tipo Afumex 1000 V Iris tech (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x50A.

3.4.9.2.3 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.F.3.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la *tabla* de la Norma UNE-EN 20.460-5-523, según la ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 24 m.

Potencia de cálculo: 18,215 KW.

Cos φ : 0,8

Intensidad: 32,86 A.

Esta línea podría alimentar a varios motores, por lo tanto la intensidad mínima para la que deberán estar dimensionados los conductores vendrá dada por la suma de las potencias a plena carga de todos ellos estando la del mayor multiplicada por 1,25, según la instrucción ITC-BT-47.

Elegimos un cable multipolar de sección 4x6mm²+TT (XLPE) e irá en bandeja, marca Prysmian tipo Afumex 1000 V Iris tech (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x40A.

3.4.9.2.4 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.F.4.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la *tabla* de la Norma UNE-EN 20.460-5-523, según la ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 32 m.

Potencia de cálculo: 7,654 KW.

Cos φ : 0,8

Intensidad: 13,810 A.

Elegimos un cable multipolar de sección $4 \times 2,5 \text{ mm}^2 + \text{TT}$ (XLPE) e irá en bandeja, marca Prysmian tipo Afumex 1000 V Iris tech (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x20A.

3.4.9.2.5 Líneas a los cuadros secundarios Línea a C.S.C.V.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 450/750 V, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la *tabla* de la Norma UNE-EN 20.460-5-523, según la ITC-BT-19 en el apartado 2.2.3, p.3. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1KV.

Longitud de la línea: 6 m.

Potencia de cálculo: 7,34 KW.

Cos ϕ : 0,8

Intensidad: 39,89 A.

Esta línea podría alimentar a varios motores, por lo tanto la intensidad mínima para la que deberán estar dimensionados los conductores vendrá dada por la suma de las potencias a plena carga de todos ellos estando la del mayor multiplicada por 1,25, según la instrucción ITC-BT-47.

Elegimos un cable multipolar de sección $4 \times 6 \text{ mm}^2 + \text{TT}$ (XLPE) e irá en bandeja, marca Prysmian tipo Afumex 1000 V Iris tech (AS) ó similar.

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x40A.

3.4.10 LÍNEA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Se trata de una línea en montaje en bandeja, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1 KV por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla 1 de la ITC-BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40° C.

En nuestro caso las líneas del cuadro secundario serán todas de $1,5 \text{ mm}^2$ y que quedan controlados por térmicos de $2 \times 10 \text{ A}$ y un general de $4 \times 20 \text{ A}$.

3.4.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN.

Se instalarán conductores unipolares rígidos de cobre, tipo RV 0,6/1kV. Estos conductores serán fácilmente identificables según los siguientes colores:

- Color negro, marrón y gris para los conductores de fase.
- Color azul claro para conductores de neutro.
- Color amarillo-verde para conductores de protección.

Los conductores de protección serán de cobre, con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. La relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase se especifica en la Tabla 2 de la ITC-BT 18 p.5 del RBT que mostramos a continuación:

Sección de los conductores de fase de la instalación	Sección mínima de los conductores de protección
S (mm^2)	Sp (mm^2)
Hasta 16 mm^2	Sp=S
De 16 a 35 mm^2	Sp=16
Superiores a 35 mm^2	Sp= S/2

Tabla 3.4.11.1

No se utilizará esta tabla porque si sería necesario realizar un estudio de los armónicos. Para evitar esto se tomará la misma sección para cables de fase y cables de protección.

Teniendo en cuenta que aplicamos lo indicado en la norma UNE 20.460-5-54 en su apartado 543. Las intensidades máximas admisibles en los conductores serán las indicadas en la ITC-BT-19 y el nivel de aislamiento no será inferior a 0,6/1 KV, se tomarán 40° C de temperatura ambiente, para una mayor seguridad de manera que los valores serán los directamente leídos en las tablas.

Así mismo se ha de tener en cuenta la caída de tensión máxima admisible será de 4.5% para alumbrado y 6.5 % para los demás usos, desde el origen de la instalación según la instrucción ITC-BT-19.

En el apartado de cálculos se puede ver con detalle el cálculo de la sección de dichos conductores.

La instalación de los conductores se realizará en general bajo tubo flexible corrugado de PVC, estos tubos son dimensionados a partir de la Tabla 5 y Tabla 9 (Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir) de la ITC-BT 21, p.6 y p.10, respectivamente, cuya tabla hace referencia al diámetro del tubo según la sección y el número de conductores que se alojen en su interior, teniendo que para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

El cumplimiento de las características indicadas en la tabla 3 (Características mínimas para tubos en canalizaciones ordinarias en obra de fabrica, huecos de la construcción y canales protectoras de obra) de la ITC-BT 21, p.5, Apartado 1.2.2, se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50086-2-3:1995. Los conductores deberán tenderse en el interior de estos por sí mismos o con ayuda de guías.

Los empalmes se realizarán en el interior de las cajas de derivación apropiadas, de tipo estanco, nunca en el interior de los tubos, utilizando bornes o piezas de conexión, y en ningún caso se usará el empalme directo por retorcimiento de los conductores.

3.4.12 PROTECCIONES.

3.4.12.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBRE INTENSIDADES.

Todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el neutro, estarán protegidos contra los defectos de las sobre intensidades. Los dispositivos de protección se situarán en el origen de los circuitos.

Se dispondrán interruptores automáticos magnetotérmicos cuya intensidad nominal será, como máxima, igual al valor de la intensidad máxima admisible de servicio, del conductor protegido, según ITC-BT-22 y de un poder de corte que estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Los aspectos requeridos para los dispositivos de protección se recogen en la norma UNE 20460-4-43. Teniendo así mismo que la norma UNE 20460-4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20460-4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuitos, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la tabla 1 de la ITC-BT-22 p.3, apartado 1.2.

3.4.12.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

La instalación se protegerá contra contactos directos mediante envolventes adecuadas que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación, si las envolventes son metálicas serán consideradas como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.

De acuerdo con el apartado tercero de la *ITC-BT-24*, se protege contra toda clase de contactos directos, utilizándose según los casos, alguna de las medidas siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos por corriente diferencial residual.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la norma *UNE 20460-4-41*, estos medios son los mencionados anteriormente.

3.4.12.3 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

Contra contactos indirectos se ha elegido el sistema de puesta a tierra de las masas y el empleo de interruptores diferenciales, que provocan la apertura automática

de la instalación antes de que una corriente derivada a tierra (corriente de fuga) pueda resultar peligrosa si lo hace a través del cuerpo humano, existiendo una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación, utilizado entre los descritos en la ITC-BT-08, y las características de los dispositivos de protección.

Utilizando como referencia la norma UNE 20572-1, haciendo referencia al corte automático de la alimentación cuando puede producirse un defecto peligroso debido al valor y la duración de la tensión de contacto.

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc. Que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección de la clase B son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

En el caso de la instalación que nos ocupa, se empleará un sistema de puesta a tierra de las masas, asociándolo a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa y empleo de interruptores diferenciales de 30 mA para los situados aguas abajo, y de 300 para los situados aguas arriba, esta diferenciación se realiza para una buena selectividad de los dispositivos de protección, cumpliendo la normativa que se hace referencia en la ITC-BT-24.

3.4.13 INSTALACIÓN DE FUERZA.

3.4.13.1 MAQUINARIA.

Según el *RBT ITC-BT-47 p.4, apartado 6*, los motores cuya potencia sea superior a 0,75 kW, llevarán mecanismos de arranque y protección que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga, sea superior a los valores máximos indicados en dicha norma.

Todos los motores considerados para el presente proyecto (taller mecánico) que superan los 3 kW dispondrán de un sistema de arranque estrella-triángulo, lo que reducirá considerablemente la intensidad necesaria para el arranque.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor.

3.4.13.2 BASES DE ENCHUFE DEL TALLER.

Estas bases alimentaran las cargas situadas en la nave del taller. Se dispondrán 6 Tomas de Corriente Combinadas (TCC), que constan de tres enchufes monofásicos de 16 A y una base de enchufe de corriente trifásica de 16 A.

Y de 54 bases de enchufe monofásicas de 16 A, para la alimentación de Oficinas, Vestuarios, Aseos, Almacenes...

3.4.14 DEFINICIÓN DE P.A.T.

En la *ITC-BT-18 p.2, apartado 1 y 2*, nos dice que las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La denominación puesta a tierra comprende toda ligazón metálica directa sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima

del terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o las de descargas de origen atmosférico.

3.4.14.1 PUESTA A TIERRA EN EDIFICIOS.

Para conocer todos los elementos de una buena puesta a tierra y su función dentro del contexto, se divide en varios grupos, que de abajo a arriba, en sentido contrario a como circularía una corriente de defecto, son:

- Terreno.
- Tomas de tierra.
- Electrodo
- Líneas de enlace con tierra.
- Puntos de puesta a tierra.
- Línea principal de tierra.
- Derivaciones de la línea principal de tierra.
- Conductores de protección.

3.4.14.2 TERRENO.

Analizando el objeto y la definición de puesta a tierra anteriormente mencionada, se puede observar que los elementos más importantes que garantizan una buena puesta a tierra son las ligazones metálicas directas entre determinadas partes de una instalación, el electrodo o electrodos en contacto permanente con el terreno y una buena resistividad del terreno.

Para conocer el comportamiento del terreno tendremos que estudiarlo desde el punto de vista eléctrico, como elemento encargado de disipar las corrientes de defecto que lleguen a través de los electrodos, es decir, debemos conocer la resistividad.

La resistividad del terreno se mide en Ωm y se representa por la letra ρ . La resistividad del terreno depende de la naturaleza, estratigrafía (capas de distinta composición), contenido de humedad, salinidad, temperatura, variaciones estacionales, factores de naturaleza eléctrica y compactación.

Hay que medir la resistencia de puesta a tierra de una instalación, y por lo tanto el valor de la resistividad del terreno, antes de dar el visto bueno de la instalación, pero también hay que comprobarla periódicamente en la época más desfavorable.

Si conocemos el valor de la resistividad del terreno con anterioridad a instalar o decidir el tipo de electrodo que vamos a utilizar, tendremos la ventaja de elegir el sistema que técnico-económicamente pueda ser más rentable.

Existen varios modelos para calcular la resistividad del terreno de los que destacamos los siguientes:

- Método de Wenner.
- Sistema simétrico.

En cualquiera de los dos métodos, el material necesario para hacer las mediciones es el siguiente:

- Instrumento de medida de resistividades de cuatro bornes.
- Cuatro picas para utilizarlas de electrodos.
- Cuatro cables aislados para conectar las picas a los bornes del aparato de medida, de una sección mínima de $1,5 \text{ mm}^2$.

La longitud de los cables es variable dependiendo de la profundidad a la que se quiera medir la resistividad. Como orientación diremos que para calcular la resistividad hasta 45 m de profundidad, harán falta dos rollos de 9 m y otros 2 de 30 m.

Los cables deberán ir colocados sobre bobinas montadas en ejes deslizantes para facilitar la extensión y recogida de los cables. Además los cuatro cables deberán ser de colores diferentes para facilitar la operación de medida.

El valor que se obtiene al medir la resistividad de un terreno es una resistividad media o resistividad aparente, pero es el valor que nosotros necesitamos conocer del terreno, y dependerá de la resistividad de los diferentes estratos y del espesor de cada uno de ellos.

Las picas auxiliares no es necesario que sean muy largas, pues con introducirlas en el terreno 30 cm es suficiente para obtener unas medidas fiables.

Las picas auxiliares normales que vienen con los equipos suelen tener 50 cm de longitud.

3.4.14.3 TOMAS DE TIERRA.

Se define como el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

Para la toma de tierra se pueden usar electrodos formados por:

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre usados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo y otros efectos climáticos no aumenten la resistencia de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser usadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

3.4.14.4 CONDUCTORES DE TIERRA.

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de la instrucción ITC-BT-18 y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la presente tabla. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra		
TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según el apartado 3.4 de la ITC-BT-18	-16 mm ² Cobre. -16 mm ² Acero Galvanizado.
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cobre. 50 mm ² Hierro.	
*La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.		

Tabla 3.4.14.4.1

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado, para que resulten eléctricamente correctas.

Deben cuidarse, en especial que las conexiones no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

3.4.14.5 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Se instalarán en el interior del recinto, e irán por la misma canalización que las líneas de distribución.

Unirán eléctricamente las masas de la instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20460-5-54.

Los valores de la siguiente tabla sólo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla siguiente:

Sección de los conductores de fase de la instalación.	Sección mínima de los conductores de protección.
S (mm ²)	Sp (mm ²)
Hasta 16 mm ²	Sp = S
De 16 a 35 mm ²	Sp = 16
Superiores a 35 mm ²	Sp = S/2

Tabla 3.4.14.5.1 – Conductores de Protección

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización serán de cobre, con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden usarse:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.

- Conductores separados desnudos o aislados.

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán usarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas.

3.4.14.6 CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.

Su sección no debe ser menor que la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 2,5 mm² de cobre.

3.4.14.7 RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto o superiores a:

- 24V en el local o emplazamiento.
- 50V en los demás casos.

La resistencia de tierra en la presente instalación tendrá un valor aproximado a 10 Ω .

3.4.14.8 REVISIÓN DE LAS TOMAS DE TIERRA.

Es obligatoria la comprobación de la toma de tierra, por el director de la obra o instalador autorizado, en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

3.4.14.9 INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA.

Deberá estar formada por un cable rígido de sección superior o igual a 16 mm² en zanjás de cimentación del edificio, formando un anillo cerrado que afecte a todo el perímetro del edificio.

Constará de electrodos hincados verticalmente en tierra en un número adecuado, conectados al anillo por una línea de enlace con tierra. Este punto está situado fuera del suelo y sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra entendiendo esta última como la que parte de la puesta a tierra y llega hasta los cuadros de distribución.

3.4.15 BATERÍA DE CONDENSADORES.

Se instalará una batería de condensadores en el lado de baja tensión para compensar el factor de potencia, la cual nos da de un valor de 129,69 KVar útiles.

3.4.16 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE BAJA TENSIÓN.

Para el cálculo de las líneas eléctricas de Baja Tensión se tendrá en cuenta la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia de la instalación.

Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-19, así como las Normas UNE 20.460-3. UNE 20.460-5-523 y las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la Compañía Suministradora.

A continuación se comprueba que las secciones de los conductores seleccionados cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la ITC-BT-19 y que aparecen reflejadas en el cuadro siguiente:

	Alimentación en CPM (un solo usuario)		Alimentación en CGP	
	Alumbrado	Fuerza	Alumbrado	Fuerza
Línea general de Alimentación (Instrucción ITC-BT-14)			0,5 %	
Derivaciones Individuales (Instrucción ITC-BT-15)	1,5 %		1 %	
Instalación Interior	3 %	5 %	3 %	5 %
TOTAL CAÍDA DE TENSIÓN	4,5 %	6,5 %	4,5 %	6,5 %

Tabla 3.6.16.1 – Caídas de tensión máximas

3.4.16.1 PREVISIÓN DE CARGAS.

La potencia prevista de iluminación se resume según habitáculo, a continuación teniendo en cuenta que la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores para lámparas o tubos de descarga.

3.4.16.1.1 Previsión de Cargas para Líneas de Alumbrado.

Ver tablas de Excel al final de este anexo (cálculos justificativos).

3.4.16.1.2 Previsión de Cargas para Líneas de Fuerza.

Ver tablas de Excel al final de este anexo (cálculos justificativos).

3.4.16.1.3 Previsión de Cargas para Líneas de Alumbrado de Emergencia.

Ver tablas de Excel al final de este anexo (cálculos justificativos).

3.4.16.2 CALCULO DE LAS LINEAS Y TUBOS POR CRITERIO DE INTENSIDAD MAXIMA.

La tabla de las líneas, ha sido realizada mediante una hoja de cálculo adjunta al final del anexo.

Para el cálculo de la sección en las líneas se ha tenido en cuenta, en principio, la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia.

Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones ITC-BT-19 según los casos:

- Para el cálculo de intensidades se usarán las siguientes fórmulas:

- Para sistemas monofásicos:

$$I = \frac{P}{U_{FN} \times \cos \varphi}$$

Ecuación 3.4.16.2.1

- Para sistemas trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

Ecuación 3.4.16.2.2

Donde:

I= intensidad en la línea en Amperios.

P= potencia absorbida en Vatios.

U= tensión de la línea en Voltios.

Cos φ = factor de potencia del receptor.

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-47 los conductores que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión, y si alimentan a varios motores,

deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Según la instrucción ITC-BT-32 los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas, siendo la carga mínima prevista en VA, 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores.

En el caso de lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9. En nuestro caso la gran mayoría serán LED, VSAP en el caso de las exteriores existentes y fluorescentes en el caso de las de emergencia.

Según la instrucción ITC-BT-21 apartado 1.2.1 los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

En nuestro caso se trata de tubos aislantes rígidos curvados en caliente por lo tanto los diámetros mínimos vendrán dados por las tablas 5 y 6 de la citada instrucción, según vayan los tubos en canalizaciones empotradas o bien en canalizaciones aéreas o con tubos al aire respectivamente.

3.4.16.3 CÁLCULO DE LAS LÍNEAS DE FUERZA.

Las líneas que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionadas para una intensidad no menor al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión y, si alimentan a varios motores, deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Se trata de líneas en montaje superficial, que irán bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 1000V y 450/750V por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la *tabla* de la norma UNE 20.460-5-523 según la instrucción ITC-BT-19, p.3 en su apartado 2.2.3. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

3.4.16.4 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA.

A continuación calculamos como comprobación que las secciones de los conductores seleccionadas, cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la Instrucción ITC BT-19 (en su apartado 2.2.2), en donde dice: “La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, será menor del 4.5% de la tensión nominal para alumbrado, y del 6.5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.”

Para calcular esta caída de tensión se utilizarán las siguientes fórmulas:

En sistemas monofásicos:

$$e = \frac{2 \times P \times l}{\sigma \times S \times U}$$

Ecuación 3.4.16.4.1

En sistemas trifásicos:

$$e = \frac{P \times l}{\sigma \times S \times U}$$

Ecuación 3.4.16.4.2

Donde:

e = caída de tensión en la línea, en Voltios.

P = potencia absorbida, en Vatios.

l = longitud de la línea, en Metros.

S = sección del conductor, en mm².

U = tensión de alimentación en Voltios.

Estas fórmulas serían para corriente continua, las siguientes se emplearían en corriente alterna.

Para el cálculo de las secciones de los conductores por densidad de corriente se han aplicado las siguientes fórmulas:

Tramos monofásicos:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$$

Ecuación 3.4.16.4.3

Tramos trifásicos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

Ecuación 3.4.16.4.4

Donde:

I = Intensidad en la línea en Amperios.

P = Potencia absorbida en Vatios.

U = Tensión de la línea en Voltios.

Cos φ = Factor de potencia del receptor.

Para el cálculo de la caída de tensión máxima admisible se han empleado las siguientes fórmulas:

En tramos monofásicos:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot R_{ca(Tc')} \cdot P}{U}$$

Ecuación 3.4.16.4.5

En tramos trifásicos:

$$\Delta V = \frac{R_{ca(Tc')} \cdot P}{U}$$

Ecuación 3.4.16.4.6

Donde:

ΔV = Caída de tensión en la línea, en Voltios.

P = Potencia absorbida por el receptor, en Vatios.

U = Tensión de alimentación, en Voltios.

$R_{ca(Tc')}$ = Resistencia de la línea a la temperatura Tc' , en $^{\circ}C$.

$R_{ca(Tc')}$ viene determinada por la siguiente ecuación:

$$R_{ca(Tc')} = R_{cc(20)} \cdot (1 + \alpha \cdot (Tc' - 20))$$

Ecuación 3.4.16.4.7

$R_{cc(20)}$ = Resistencia en corriente continua una temperatura de 20 $^{\circ}C$, en Ohmios.

Tc' = Temperatura del conductor, en $^{\circ}C$.

α = Coeficiente de temperatura a 20 $^{\circ}C$ para cables de cobre. Se considera 0,00393.

$R_{cc(20)}$ viene dada por la expresión:

$$R_{cc(20)} = \frac{l}{\sigma \cdot S}$$

Ecuación 3.4.16.4.8

l = Longitud de la línea, en Metros.

S = Sección del conductor, en mm^2 .

σ = Coeficiente de conductividad, en $\Omega mm^2/m$. Para Cu = 56 y para Al=35. Aunque este varía según la temperatura del conductor.

Para el cálculo de la caída, tomo la ρ más desfavorable, dado que esta varía en función de la temperatura.

Si se trata de aislamiento XLPE pues calculamos la ρ para la temperatura de 90 $^{\circ}C$ que es la máxima que puede aguantar el conductor, en el caso de PVC la temperatura más crítica es de 70 $^{\circ}C$.

Calculamos la ρ para el XLPE o EPR y para el PVC:

- **XLPE o EPR**

$$\rho_{T^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)]$$

Ecuación 3.4.16.4.9

$$T_{\text{máxima}} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393$$

$$\rho_{90^{\circ}\text{C}} ((\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}) = 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (90 - 20))] = 0,022429009 = 1/44,58511743$$

- **PVC**

$$\rho_{T^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)]$$

Ecuación 3.4.16.4.10

$$T_{\text{máxima}} = 70^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393$$

$$\rho_{70^{\circ}\text{C}} ((\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}) = 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (70 - 20))] = 0,021046435 = 1/47,51398515$$

La temperatura $T_{c'}$ se despeja de la fórmula siguiente:

$$\frac{T_c - T_a}{T_{c'} - T_{a'}} = \frac{R_{ca(T_c)} \cdot I^2}{R_{ca(T_{c'})} \cdot I'^2}$$

Ecuación 3.4.16.4.11

Los valores de $R_{ca(T_c)}$ y $R_{ca(T_{c'})}$ se ponen en función de T_c y $T_{c'}$.

Donde:

T_c = Es la temperatura máxima del conductor. 70 °C para cables con aislamiento de PVC y 90 °C con aislamiento en XLPE o EPR.

T_a = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I . Se considera 40 °C.

$T_{a'}$ = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I' . Se considera 40°C.

I = Intensidad máxima del cable según la norma UNE 20.460-5-523.

I' = Intensidad de corriente calculada según las fórmulas.

Una vez obtenida la temperatura T_c' , se sustituye en la ecuación y se obtienen la Resistencia en corriente alterna a la temperatura T_c' .

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-47 los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no menor al 125% de la intensidad de plena carga del motor en cuestión, y si los conductores de conexión alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del mayor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como de alterna, se computará como intensidad nominal a la plena carga, la que resulte multiplicada por un coeficiente de 1,3.

Según la ITC-BT-44 para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.

Según la ITC-BT-21 los diámetros interiores mínimos en mm para los tubos protectores serán tal que la sección de estos sea como mínimo igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

Los cálculos por caída de tensión ya fueron realizados con anterioridad, aquí se explica brevemente la manera de hacerlos.

También comprobamos que las secciones cumplen el criterio de tiempo de corte usando la fórmula siguiente:

$$I^2 \times t = (K \times S)^2$$

Ecuación 3.4.16.4.12

Donde:

I: Intensidad de cortocircuito, en Amperios.

t= tiempo de duración del cortocircuito, en Segundos. Consideramos

t=0,1 s.

K: {K= 115 para el PVC.}

{K= 135 para el XLPE o EPR.}

S: Sección en mm².

3.4.16.5 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO Y DE LA ENERGÍA PASANTE DE B.T.

3.4.16.5.1 Corrientes de cortocircuito en los C.G.P.

La corriente de cortocircuito de Baja Tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z}$$

Ecuación 3.4.16.5.1

Donde:

I = intensidad de cortocircuito en A.

U = Tensión de Vacío en V.

Z = impedancia total en el punto de cortocircuito.

La potencia de cortocircuito de la red es de 500MVA, la tensión nominal en el primario del transformador es de 15.000 V (de Gas Natural Fenosa), por lo tanto:

$$Z_Q = C \times \frac{U_N^2}{Z_{CC}} = 1,1 \times \frac{15.000^2}{500 \times 10^6} = 0,495 \, \Omega$$

$$X_Q = 0,995 \times Z_Q = 0,995 \times 0,495 = 0,4925 \, \Omega$$

$$R_Q = 0,1 \times X_Q = 0,1 \times 0,4925 = 0,04925 \, \Omega$$

Y como la relación de transformación m, 15000/400, es 37,5, por lo que la impedancia de la línea en el lado del secundario del transformador es:

$$R_{Qb} = \frac{R_Q}{m^2} = \frac{0,04925}{37,5^2} = 0,03502 \, m\Omega$$

$$X_{Qb} = \frac{X_Q}{m^2} = \frac{0,4925}{37,5^2} = 0,35022 \, m\Omega$$

➤ La primera impedancia que se calcula es la de impedancia de la red de Media Tensión, pero para los cálculos se supone que la potencia de cortocircuito es la que tenemos en el lado de alta del centro de transformación,

➤ La segunda impedancia que tenemos que calcular es la del transformador , esta impedancia se calculará en el lado de Baja Tensión, ésta será:

Consideramos $\Sigma R_{cc}=1\%$ y $U_{cc}=4\%$, entonces:

$$Z_{cc} = \frac{V^2 \times U_{cc}}{S} = \frac{400^2 \times 0,04}{250.000} = 25,6 \text{ m}\Omega$$

$$R_{cc} = \frac{V^2 \times R_{cc}}{S} = \frac{400^2 \times 0,01}{250.000} = 6,4 \text{ m}\Omega$$

$$X_{cc} = \sqrt{(Z_{cc}^2 - R_{cc}^2)} = \sqrt{(25,6^2 - 6,4^2)} = 24,787 \text{ m}\Omega$$

Donde:

U_{cc} : tensión de cortocircuito

R_{cc} : resistencia de cortocircuito

X_{cc} : reactancia de cortocircuito

Z_{cc} : impedancia de cortocircuito

V : tensión de línea del secundario del transformador

S : potencia aparente del transformador

Tras obtener estas impedancias calculo el cortocircuito del Interruptor General del Transformador, es decir, que a la salida del transformador se pondrá un Interruptor Automático.

$$R_{CCIA\text{Trafo}} = R_Q + R_{cc} = 0,03502 + 6,4 = 6,435 \text{ m}\Omega$$

$$X_{CCIA\text{ Trafo}} = X_Q + X_{cc} = 0,35022 + 24,787 = 25,137 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{CCIA\text{ Trafo}} = \sqrt{6,435^2 + 25,137^2} = 25,947 \text{ m}\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} \times Z_{cc_{IA\text{Trafo}}}} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 25,947} = 8,90 \text{ KA}$$

Donde:

R_{cc} , X_{cc} : parámetros del transformador.

R_{RED} , X_{RED} : parámetros de la red de MT.

$R_{cc_{IA\text{ Trafo}}}$, $X_{cc_{IA\text{ Trafo}}}$: parámetros totales en bornes del transformador.

I_{cc} : intensidad de cortocircuito en salida del transformador.

➤ La tercera impedancia que tenemos que calcular es la de acometida, que es la línea que va desde el Centro de Transformación al Cuadro General.

El transformador tiene un conductor de salida por fase, de 240 mm².

El cable seleccionado para la acometida es *Prysmian AL AFUMEX 1000 V (AS)* ó similar el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R = 0,125 \text{ } \Omega/\text{Km}$ y un $X = 0,1 \Omega/\text{Km}$.

Datos:

L: 100 m (distancia del cuadro general al centro de transformación)

S: 240 mm² (de la línea de acometida)

$$R_{Acometida} = \frac{R (\Omega/\text{Km}) \times L (\text{Km})}{n^{\circ} \text{ Circuitos Fase}} = \frac{0,125 \times 0,1}{1} = 12,5 \text{ m}\Omega$$

$$X_{Acometida} = \frac{X (\Omega/\text{Km}) \times L (\text{Km})}{n^{\circ} \text{ Circuitos Fase}} = \frac{0,1 \times 0,1}{1} = 10 \text{ m}\Omega$$

Donde:

$R_{Acometida}$, $X_{Acometida}$: parámetros totales en Acometida.

Tras obtener estas impedancias calculo el cortocircuito del Interruptor General de la Acometida, así que su poder de corte es :

$$R_{cc_{IA\text{ ACOMETIDA}}} = R_Q + R_{cc} + R_{ACOMETIDA} = 0,03502 + 6,4 + 12,5$$

$$R_{cc_{IA\text{ ACOMETIDA}}} = 18,935$$

$$X_{CCIA\ ACOMETIDA} = X_Q + X_{CC} + X_{ACOMETIDA} = 0,35022 + 24,787 + 10$$

$$X_{CCIA\ ACOMETIDA} = 35,137$$

$$Z_{CCIA\ ACOMETIDA} = \sqrt{18,935^2 + 35,137^2} = 39,914\ m\Omega$$

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} \times Z_{CC\ IA\ Acome}} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 39,914} = 5,786\ KA$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4 x 400 A, con poder de corte de 50 KA.

La intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable vendrá dada por la expresión:

$$I_M = K \times \sqrt{2} \times I_{cc}$$

Ecuación 3.4.16.5.2

Donde el valor de K depende de la relación: $\frac{R}{X}$

Según tablas, Norma UNE 21-239-94, figura 8.

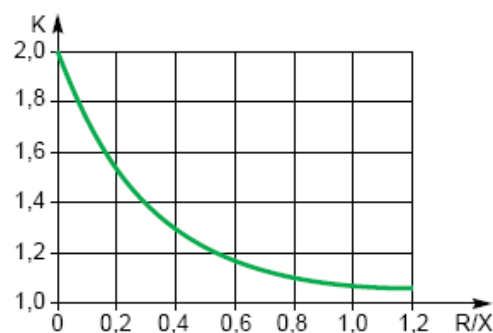


Figura 3.4.16.5.1

Como en este caso, $R / X = 18,935\ m\Omega / 35,137\ m\Omega = 0,54$

Con la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,2$

Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_M = K \times \sqrt{2} \times I_{cc} = 1,2 \times \sqrt{2} \times 5,786 \text{ KA} = 9,82 \text{ KA}$$

3.4.16.5.2 Corrientes de cortocircuito en los cuadros secundarios.

Seguiremos el mismo procedimiento que en el caso anterior sumando en este caso además la impedancia debida a la línea hasta el correspondiente cuadro.

3.4.16.5.2.1 Corrientes de cortocircuito en alumbrado

o Corrientes de cortocircuito en el C.G.A

A las impedancias calculadas en el apartado anterior pertenecientes a la línea de media tensión, transformador, la línea de acometida (Centro de Transformación – Cuadro General), les sumaremos las impedancias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro General de Alumbrado es Prysmian RZ1-K tipo Afumex Iris Tech 1000 V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R=0,78 \text{ } \Omega/\text{Km}$ para $S=4\text{mm}^2$ y un $X=0,1\Omega/\text{Km}$.

$L = 5 \text{ m}$ (distancia del cuadro general al general de alumbrado)

$S = 4 \text{ mm}^2$ (entre el general y el general de alumbrado)

$R = 0,78 \text{ } \Omega/\text{Km} \times 0,005 \text{ Km} = 3,9 \text{ m}\Omega$

$X = 0,1 \text{ } \Omega/\text{Km} \times 0,005 \text{ Km} = 0,5 \text{ m}\Omega$

Tenemos pues una impedancia total:

$R = 17,25 \text{ m}\Omega + 24,75 \text{ m}\Omega = 42 \text{ m}\Omega$

$X = 35,137 \text{ m}\Omega + 0,5 \text{ m}\Omega = 35,637 \text{ m}\Omega$

$Z = 55,082 \text{ m}\Omega$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 4,19 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4 x 25 A. Con poder de corte de 6 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.1**

A las impedancias calculadas en el apartado anterior, les sumaremos las impedancias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 1 es Prysmian tipo Afumex 1000 V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R = 7,98 \Omega/\text{Km}$ y un $X = 0,1 \Omega/\text{Km}$.

$L = 18 \text{ m}$ (distancia del cuadro general de alumbrado al secundario)

$S = 2,5 \text{ mm}^2$ (entre el general de alumbrado y el secundario)

$R = 7,98 \Omega/\text{Km} \times 0,018 \text{ Km} = 143,6 \text{ m}\Omega$

$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,018 \text{ Km} = 1,8 \text{ m}\Omega$

Tenemos pues una impedancia total:

$R = 42 \text{ m}\Omega + 143,6 \text{ m}\Omega = 185,6 \text{ m}\Omega$

$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 1,8 \text{ m}\Omega = 37,437 \text{ m}\Omega$

$Z = 189,34 \text{ m}\Omega$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,22 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x20 A con poder de corte de 6 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.2**

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 2 es Prysmian tipo Afumex 1000(AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R = 7,98 \Omega/\text{Km}$ y un $X = 0,1 \Omega/\text{Km}$.

$$L = 11 \text{ m}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$R = 7,98 \Omega/\text{Km} \times 0,011 \text{ Km} = 87,78 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,011 \text{ Km} = 1,1 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 42 \text{ m}\Omega + 87,78 \text{ m}\Omega = 129,78 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 1,1 \text{ m}\Omega = 36,74 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 134,88 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,71 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x20A con poder de corte de 6 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.3**

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 3 es Prysmian tipo Afumex 1000(AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R = 7,98 \Omega/\text{Km}$ y un $X = 0,1 \Omega/\text{Km}$.

$$L = 24 \text{ m}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$R = 7,98 \Omega/\text{Km} \times 0,024 \text{ Km} = 191,5 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,024 \text{ Km} = 2,4 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 42 \text{ m}\Omega + 191,5 \text{ m}\Omega = 233,5 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 2,4 \text{ m}\Omega = 38,037 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 236,58 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 0,976 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4 x 20A con poder de corte de 6 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.4**

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 4 es Prysmian tipo Afumex 1000V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R = 7,98 \text{ }\Omega/\text{Km}$ y un $X = 0,1 \Omega/\text{Km}$.

$$L = 32 \text{ m}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$R = 7,98 \Omega/\text{Km} \times 0,032 \text{ Km} = 255,36 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,032 \text{ Km} = 3,2 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 42 \text{ m}\Omega + 255,36 \text{ m}\Omega = 297,36 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 3,2 \text{ m}\Omega = 38,837 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 299,88 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 0,77 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4 x 20A con poder de corte de 6 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.S.A.5**

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado 5 es Prysmian tipo Afumex 1000V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R= 3,3 \Omega/\text{Km}$ y un $X=0,1\Omega/\text{Km}$.

$$L = 43 \text{ m}$$

$$S = 6 \text{ mm}^2$$

$$R = 3,3\Omega/\text{Km} \times 0,043 \text{ Km} = 141,9 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1\Omega/\text{Km} \times 0,043 \text{ Km} = 4,3 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 42 \text{ m}\Omega + 141,9 \text{ m}\Omega = 183,9 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 4,3 \text{ m}\Omega = 39,94 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 188,187 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 1,23 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4 x 20A con poder de corte de 6 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.A.EM**

El cable seleccionado para el Cuadro de Alumbrado de emergencia es Prysmian tipo Afumex 1000V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R= 7,98 \Omega/\text{Km}$ y un $X=0,1\Omega/\text{Km}$.

$$L = 6 \text{ m}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$R = 7,98\Omega/\text{Km} \times 0,006 \text{ Km} = 47,88 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1\Omega/\text{Km} \times 0,006 \text{ Km} = 0,6 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 42 \text{ m}\Omega + 47,88 \text{ m}\Omega = 89,88 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 0,6 \text{ m}\Omega = 36,237 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 96,91 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 2,38 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4 x 20A con poder de corte de 6 KA.

3.4.16.5.2.2 Corrientes de cortocircuito en fuerza

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.G.F**

A las impedancias calculadas en el apartado anterior pertenecientes a la línea de media tensión, al transformador, la línea de acometida (Centro de Transformación – Cuadro General), les sumaremos las impedancias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el Cuadro general de fuerza es Prysmian tipo Afumex 1000 V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R = 0,129 \Omega/\text{Km}$ y un $X = 0,1 \Omega/\text{Km}$.

$$L = 5 \text{ m (distancia del cuadro general al general de fuerza)}$$

$$S = 150 \text{ mm}^2 \text{ (entre el general y el general de fuerza)}$$

$$R = 0,129 \Omega/\text{Km} \times 0,005 \text{ Km} = 0,645 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,005 \text{ Km} = 0,5 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 18,935 \text{ m}\Omega + 0,645 \text{ m}\Omega = 19,58 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,137 \text{ m}\Omega + 0,5 \text{ m}\Omega = 35,637 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 40,66 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 5,68 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4 x 320A con poder de corte de 50 KA.

- **Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.1**

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 1 es Prysmian tipo Afumex 1000 V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R=0,206 \text{ }\Omega/\text{Km}$ y un $X=0,1\Omega/\text{Km}$.

$$L = 18 \text{ m}$$

$$S = 95 \text{ mm}^2$$

$$R = 0,206 \text{ }\Omega/\text{Km} \times 0,018 \text{ Km} = 3,71 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1\Omega/\text{Km} \times 0,018 \text{ Km} = 1,8 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 19,58 \text{ m}\Omega + 3,71 \text{ m}\Omega = 23,29 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 1,8 \text{ m}\Omega = 37,437 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 44,09 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 5,23 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x250A con poder de corte de 50 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.2**

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 2 es Prysmian tipo Afumex 1000 V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R= 1,91 \Omega/\text{Km}$ y un $X=0,1\Omega/\text{Km}$.

$$L = 11\text{m}$$

$$S = 10 \text{ mm}^2$$

$$R = 1,91 \Omega/\text{Km} \times 0,011 \text{ Km} = 21,01 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1 \Omega/\text{Km} \times 0,011 \text{ Km} = 1,1 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 19,58 \text{ m}\Omega + 21,01 \text{ m}\Omega = 40,59 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 1,1 \text{ m}\Omega = 36,74 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 54,75 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 4,22 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x63A con poder de corte de 10 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.3**

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 3 es Prysmian tipo Afumex 1000 V (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es $R= 3,3 \Omega/\text{Km}$ y un $X=0,1\Omega/\text{Km}$.

$$L = 24 \text{ m}$$

$$S = 6 \text{ mm}^2$$

$$R = 3,3 \, \Omega/\text{Km} \times 0,024 \, \text{Km} = 79,2 \, \text{m}\Omega$$

$$X = 0,1\Omega/\text{Km} \times 0,024 \, \text{Km} = 2,4 \, \text{m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 19,58 \, \text{m}\Omega + 79,2 \, \text{m}\Omega = 98,78 \, \text{m}\Omega$$

$$X = 35,637 \, \text{m}\Omega + 1,8 \, \text{m}\Omega = 37,437 \, \text{m}\Omega$$

$$Z = 105,63 \, \text{m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 2,186 \, \text{KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x40A con poder de corte de 10 KA.

○ **Corrientes de cortocircuito en el C.S.F.4**

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 4 es Prysmian tipo Afumex 1000 V Quick System (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es R= 7,98 Ω/Km y un X=0,1 Ω/Km .

$$L = 32 \, \text{m}$$

$$S = 2,5 \, \text{mm}^2$$

$$R = 7,98\Omega/\text{Km} \times 0,032 \, \text{Km} = 255,36 \, \text{m}\Omega$$

$$X = 0,1\Omega/\text{Km} \times 0,032 \, \text{Km} = 3,2 \, \text{m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 19,58 \, \text{m}\Omega + 255,36 \, \text{m}\Omega = 274,94 \, \text{m}\Omega$$

$$X = 35,637 \, \text{m}\Omega + 3,2 \, \text{m}\Omega = 38,84 \, \text{m}\Omega$$

$$Z = 277,67 \, \text{m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 0,83 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 4x25A con poder de corte de 6 KA.

- **Corrientes de cortocircuito en el C.S.C.V.**

El cable seleccionado para el Cuadro de Fuerza 4 es Prysmian tipo Afumex 1000 V Quick System (AS) ó similar, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C es R= 3,3 Ω/Km y un X=0,1Ω/Km.

$$L = 6 \text{ m}$$

$$S = 6 \text{ mm}^2$$

$$R = 4,95\Omega/\text{Km} \times 0,006 \text{ Km} = 29,7 \text{ m}\Omega$$

$$X = 0,1\Omega/\text{Km} \times 0,006 \text{ Km} = 0,6 \text{ m}\Omega$$

Tenemos pues una impedancia total:

$$R = 19,58 \text{ m}\Omega + 29,7 \text{ m}\Omega = 49,28 \text{ m}\Omega$$

$$X = 35,637 \text{ m}\Omega + 0,6 \text{ m}\Omega = 36,24 \text{ m}\Omega$$

$$Z = 61,17 \text{ m}\Omega$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I = \frac{U}{\sqrt{3} \times Z} = 3,78 \text{ KA}$$

Para proteger esta línea utilizamos un interruptor automático de 2 x 40A con poder de corte de 6 KA.

3.4.16.6 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.

3.4.16.6.1 Cálculo de los interruptores automáticos.

Con objeto de proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos se dispondrán los siguientes interruptores automáticos, para su selección se ha tenido en cuenta el disponer de selectividad en la instalación de manera que encaso de un defecto, corte primero el interruptor situado inmediatamente aguas arriba de dicho defecto.

3.4.16.6.2 Cálculo de los diferenciales.

Para proteger la instalación contra contactos indirectos se dispondrán como se indica en los correspondientes esquemas interruptores diferenciales con una sensibilidad de 30 mA y 300 mA para alumbrado y fuerza. Se tendrá en cuenta en la elección de estos que la intensidad nominal sea igual o superior que la del automático situado aguas arriba.

3.4.16.7 CUADRO GENERAL PRINCIPAL DE DISTRIBUCIÓN.

Será un cuadro estanco de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy y poliéster. Irá situado en la nave, como se indica en los planos, contendrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea principal de tierra.

3.4.17 CÁLCULOS Y HOJAS EXCEL JUSTIFICATIVAS

Los factores de simultaneidad se aplicarán a la hora del cálculo del cuadro principal, éstos solo se usarán para fuerza.

3.4.17.1 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES.

A continuación se calculará la batería de condensadores a instalar en el lado de baja tensión para compensar el factor de potencia de la instalación.

- Alumbrado y alumbrado de emergencia:

$$P(\text{activa}) = 12,010 \text{ KW}$$

$$Q(\text{reactiva}) = 3,469 \text{ KVAr}$$

- Fuerza:

$$P(\text{activa}) = 168,31 \text{ KW}$$

$$Q(\text{reactiva}) = 126,23 \text{ KVAr}$$

En total tenemos:

$$P = 180,32 \text{ KW}$$

$$Q = 129,699 \text{ KVAr}$$

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 210,386 \text{ KVA}$$

Con el valor calculado de Q (129,699 KVAr), elegimos el modelo estándar de la batería de condensadores, que deberá ser el valor estándar inferior a este valor calculado. Esta batería es para compensar el factor de potencia (y se montará en el Cuadro General), en nuestro caso se montará una batería regulable, para poder modificarlo según el uso de las máquinas. El modelo escogido será de 110 KVAr, y es el siguiente:

✓ *SCHNEIDER RECTIMAT 2 110 KVAr 400 ST 5 x 25*

$$Q_{\text{BAT. CONDENSADORES}} = Q_C = 110 \text{ KVAr}$$

$$Q_T = Q - Q_C = 129,69 \text{ KVAr} - 110 \text{ KVAr} = 19,69 \text{ KVAr}$$

$$S' = \sqrt{(P^2 + Q_T^2)} = \sqrt{(180,32^2 + 19,69^2)} = 181,392 \text{ KVA}$$

$$\text{Tg}(\varphi) = Q_T / P = 19,69 \text{ KVAr} / 181,392 \text{ KW} = 0,1085$$

$$\varphi = 6,195^\circ$$

$$\text{Cos}(\varphi) = 0,9942$$

Como podemos observar, se compensará el factor de potencia con valores próximos a la unidad.

La batería de condensadores escogida, posee los siguientes valores:

$$Q = 110 \text{ KVar}$$

$$V = 400 \text{ V}$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$I = Q / (V * \sqrt{3}) = 110000 / (400 * \sqrt{3}) = 158,77 \text{ A}$$

Escogemos un interruptor de protección de 250 A porque las corrientes capacitivas son muy difíciles de controlar para los interruptores.

3.4.17.2 TABLAS JUSTIFICATIVAS DE PREVISIÓN DE CARGAS DE ALUMBRADO Y ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

FASES R, S y T								
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVar)	Aparente (KVA)
Taller	12	Led	200	1	1	2,4	0,00	2,4
Alumbrado exterior	15	V.S.A.P.	250	1,8	0,9	6,075	2,94	6,75
TOTAL	27					8,475	2,94	9,15

Tabla 3.4.17.2.1

FASE R								
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVar)	Aparente (KVA)
Taller	1	Led	200	1	1	0,2	0,00	0,2
Oficina gerente	4	Led	37	1	1	0,148	0,00	0,148
Vestuario masculino	6	Led	17	1	1	0,102	0,00	0,102
Almacén recambios P.A.	13	Led	17	1	1	0,221	0,00	0,221
Recibidor planta alta	3	Led	37	1	1	0,111	0,00	0,111
Escaleras recambios	2	Led	13	1	1	0,026	0,00	0,026
TOTAL	29					0,80800	0,00	0,808

Tabla 3.4.17.2.2

	ALUMBRADO EMERGENCIA					FASE R		
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Taller	5	Fluores.	11	1,8	0,9	0,0891	0,04	0,099
Oficina gerente	2	Fluores.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
Escaleras almc. recambios	2	Fluores.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
Recibidor planta alta	2	Fluores.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
Vestuario masculino	2	Fluores.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
Almacén recambios P.A.	5	Fluores.	11	1,8	0,9	0,0891	0,04	0,099
TOTAL	18					0,32076	0,16	0,3564

Tabla 3.4.17.2.3

	FASE S							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Sala de reuniones	4	Led	37	1	1	0,148	0,00	0,148
Hall-Recepción	9	Led	37	1	1	0,333	0,00	0,333
Vestuario femenino	6	Led	17	1	1	0,102	0,00	0,102
Pasillo planta alta	2	Led	37	1	1	0,074	0,00	0,074
Archivo	4	Led	13	1	1	0,052	0,00	0,052
Aseo masculino P.B.	2	Led	13	1	1	0,026	0,00	0,026
Aseo femenino P.B.	2	Led	13	1	1	0,026	0,00	0,026
Aseo masculino P.A.	2	Led	13	1	1	0,026	0,00	0,026
Aseo femenino P.A.	2	Led	13	1	1	0,026	0,00	0,026
Sala del compresor	1	Led	17	1	1	0,017	0,00	0,017
TOTAL	34					0,83000	0,00	0,83

Tabla 3.4.17.2.4

	ALUMBRADO EMERGENCIA					FASE S		
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Taller	5	Fluores.	11	1,8	0,9	0,0891	0,04	0,099
Hall-Recepción	3	Fluores.	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
Sala compresor	1	Fluores.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
Vestuario femenino	2	Fluores.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
Archivo	1	Fluores.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
Pasillo planta alta	3	Fluores.	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
Sala de reuniones	2	Fluores.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
Aseos hombres P.B.	1	Fluores.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
Aseos mujeres P.B.	1	Fluores.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
Aseo hombres P.A.	1	Fluores.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
Aseo mujeres P.A.	1	Fluores.	11	1,8	0,9	0,01782	0,01	0,0198
TOTAL	21					0,37422	0,18	0,4158

Tabla 3.4.17.2.5

	FASE T							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Oficinas administración	9	Led	37	1	1	0,333	0,00	0,333
Almacén de residuos	6	Led	17	1	1	0,102	0,00	0,102
Almacén recambios P.B.	8	Led	17	1	1	0,136	0,00	0,136
Almacén de pinturas	6	Led	17	1	1	0,102	0,00	0,102
Pasillo planta baja	3	Led	37	1	1	0,111	0,00	0,111
Escaleras oficinas	2	Led	13	1	1	0,026	0,00	0,026
TOTAL	34					0,81000	0,00	0,81

Tabla 3.4.17.2.6

	ALUMBRADO EMERGENCIA FASE T							
	Nº lum.	Tipo	P.Unit.(W)	Coef.	F.d.p.	Activa (KW)	Reactiva (KVAr)	Aparente (KVA)
Taller	5	Fluores.	11	1,8	0,9	0,0891	0,04	0,099
Almacen de pinturas	3	Fluores.	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
Pasillo planta baja	3	Fluores.	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
Oficinas administración	2	Fluores.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
Almacen recambios P.B.	4	Fluores.	11	1,8	0,9	0,07128	0,03	0,0792
Almacen de residuos	3	Fluores.	11	1,8	0,9	0,05346	0,03	0,0594
Escaleras oficinas	2	Fluores.	11	1,8	0,9	0,03564	0,02	0,0396
TOTAL	22					0,39204	0,19	0,4356

Tabla 3.4.17.2.7

3.4.17.3 TABLAS JUSTIFICATIVAS DE PREVISIÓN DE CARGAS DE FUERZA

	FASES R, S y T								
	Ubicac.	Uds.	I. unit. (A)	P.Unit. (KW)	Coef. Simult	Fdp	Activ (KW)	React (KVAr)	Aparente (KVA)
Cabina pintura	Taller	1	27,06	12,00	1,25	0,8	15,00	11,25	18,75
Bancada de estirado	Taller	1	4,51	2,00	1,25	0,8	2,50	1,88	3,13
Esmeril	Taller	4	6,73	0,75	1,25	0,8	3,73	2,80	4,66
Taladro de columna	Taller	1	2,48	1,10	1,25	0,8	1,38	1,03	1,72
Prensa hidráulica	Taller	1	13,53	6,00	1,25	0,8	7,50	5,63	9,38
Elevador	Taller	5	50,74	4,50	1,25	0,8	28,13	21,09	35,16
Banco de freno y suspensión	Taller	1	13,53	6,00	1,25	0,8	7,50	5,63	9,38

Desmontadora de neumaticos	Taller	2	6,77	1,50	1,25	0,8	3,75	2,81	4,69
Equilibradora de ruedas	Taller	2	4,96	1,10	1,25	0,8	2,75	2,06	3,44
Extractor de humos	Taller	2	6,77	1,50	1,25	0,8	3,75	2,81	4,69
Motor del portal	Taller	1	3,38	1,50	1,25	0,8	1,88	1,41	2,34
Compresor	Sala del compresor	1	25,37	11,25	1,25	0,8	14,06	10,55	17,58
T.C.C.	Taller	6	3x16+16	17,70	0,2	0,8	21,24	15,93	26,55
Ascensor	Oficinas	1	10,55	4,50	1,3	0,8	5,85	4,39	7,31
Montacargas del almacén	Almacén de recambios	1	2,58	1,10	1,3	0,8	1,43	1,07	1,79
Bomba principal eléctrica	Sala del compresor	1	12,45	5,52	1,25	0,8	6,90	5,18	8,63
Bomba jokey	Sala del compresor	1	3,32	1,47	1,25	0,8	1,84	1,38	2,30
TOTAL							129,1	96,88	161,5

Tabla 3.4.17.3.1

FASE R									
	Ubicac.	Uds.	I. unit. (A)	P.Unit. (KW)	Coef. Simult	Fdp	Activ (KW)	React (KVAr)	Aparente (KVA)
Tomas monofasicas	Recibidor planta alta	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,77	2,94
Tomas monofasicas	Local de pinturas	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,77	2,94
Tomas monofasicas	Director gerente	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,77	2,94
Tomas monofasicas	Sala del compresor	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,44	0,74
Tomas monofasicas	Taller	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,77	2,94
Tomas monofasicas	Archivo	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,44	0,74
UE-01	Climatización	1	21,3	3,919	1,25	0,8	4,899	3,67	6,12
UI-01	Climatización Hall-Recep.	1	0,59	0,109	1,25	0,8	0,136	0,10	0,17
UI-02	Climatización Desp. Admin.	1	0,72	0,132	1,25	0,8	0,166	0,12	0,21
UI-03	Climatización Desp. Geren.	1	0,52	0,096	1,25	0,8	0,120	0,09	0,15
UI-04	Climatización Sala	1	0,52	0,096	1,25	0,8	0,120	0,09	0,15

	Reunion								
VE-01	Ventilación Oficinas	1	0,7	0,129	1,25	0,8	0,161	0,12	0,20
VI-01	Ventilación Oficinas	1	0,7	0,129	1,25	0,8	0,161	0,12	0,20
VE-06	Ventilación Taller	1	3,2	0,589	1,25	0,8	0,736	0,55	0,92
VI-02	Ventilación Taller	1	3	0,552	1,25	0,8	0,690	0,52	0,86
VE-04	Ventilación Vestuarios	1	0,25	0,046	1,25	0,8	0,058	0,04	0,07
VE-05	Ventilación Vestuarios	1	0,25	0,046	1,25	0,8	0,058	0,04	0,07
VE-02	Ventilación Aseos P.A.	1	0,08	0,015	1,25	0,8	0,018	0,01	0,02
VE-03	Ventilación Aseos P.B.	1	0,08	0,015	1,25	0,8	0,018	0,01	0,02
TOTAL		31					17,94	13,45	22,42

Tabla 3.4.17.3.2

		FASE S							
	Ubicac.	Uds.	I. unit. (A)	P.Unit. (KW)	Coef. Simult	Fdp	Activ (KW)	React (KVAr)	Aparente (KVA)
Tomas monofasicas	Vestuario masculino	2	16	2,944	0,2	0,8	1,18	0,88	1,47
Tomas monofasicas	Pasillo planta baja	2	16	2,944	0,2	0,8	1,18	0,88	1,47
Tomas monofasicas	Oficina administrativa	4	16	2,944	0,2	0,8	2,36	1,77	2,94
Tomas monofasicas	Hall-Recepción	3	16	2,944	0,2	0,8	1,77	1,32	2,21
Tomas monofasicas	Almacen de recambios planta baja	3	16	2,944	0,2	0,8	1,77	1,32	2,21
Tomas monofasicas	Aseo hombres entreplanta	1	16	2,944	0,2	0,8	0,59	0,44	0,74
Tomas monofasicas	Aseo mujeres entreplanta	1	16	2,944	0,2	0,8	0,59	0,44	0,74
Tomas monofasicas	Aseo hombres planta baja	1	16	2,944	0,2	0,8	0,59	0,44	0,74
Tomas monofasicas	Aseo mujeres planta baja	1	16	2,944	0,2	0,8	0,59	0,44	0,74
TOTAL		18					10,60	7,95	13,25

Tabla 3.4.17.3.3

		FASE T							
	Ubicac.	Uds.	I. unit. (A)	P.Unit. (KW)	Coef. Simult	Fdp	Activ (KW)	React (KVAr)	Aparente (KVA)
Tomas monofasicas	Vestuario femenino	3	16	2,944	0,2	0,8	1,766	1,32	2,21
Tomas monofasicas	Almacen de residuos	3	16	2,944	0,2	0,8	1,766	1,32	2,21
Tomas monofasicas	Sala de reuniones	5	16	2,944	0,2	0,8	2,944	2,21	3,68
Tomas monofasicas	Pasillo entreplanta	2	16	2,944	0,2	0,8	1,178	0,88	1,47
Tomas monofasicas	Almacen de recambios entreplanta	4	16	2,944	0,2	0,8	2,355	1,77	2,94
Tomas monofasicas	Bomba solar termica	1	16	2,944	0,2	0,8	0,589	0,44	0,74
TOTAL		18					10,60	7,95	13,25

Tabla 3.4.17.3.4

3.4.17.4 TABLAS JUSTIFICATIVAS DE SECCIONES.

Las tablas referentes a las secciones de las líneas (tanto de alumbrado como de fuerza) se adjuntan a continuación en formato A3 para facilitar su visualización.

➤ Secciones justificativas de alumbrado

C.G.A.	Cuadros Secundarios	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)	Longitud (m)	ΔV(%)	V(v)	ΔV(v)	ΔV(%)Real	S porΔV(mm2)	S mínima por ΔV(mm2)	R(ohm)	Ta(servicio)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)	Tubo	Protec.
L.A.1	C.S.A.1	R,S,T		1	1	1	2,702	18	1	400	4	0,251	0,653	1,5	0,2576	40,8526	3,900	2,5	2,5	2,5	2,702	0,00	22	Bandeja	4x20A
L.A.2	C.S.A.2	R,S,T		1	1	1	0,502	11	1	400	4	0,029	0,074	1,5	0,1574	40,0293	0,725	2,5	2,5	2,5	0,502	0,00	22	Bandeja	4x20A
L.A.3	C.S.A.3	R,S,T		1	1	1	0,892	24	1	400	4	0,111	0,287	1,5	0,3435	40,0927	1,288	2,5	2,5	2,5	0,892	0,00	22	Bandeja	4x20A
L.A.4	C.S.A.4	R,S,T		1	1	1	0,752	32	1	400	4	0,124	0,323	1,5	0,4580	40,0658	1,085	2,5	2,5	2,5	0,752	0,00	22	Bandeja	4x20A
L.A.5	C.S.A.5	R,S,T		1	1	0,9	6,075	43	1	400	4	0,506	3,505	4	0,2308	41,8881	9,743	6	6	6	6,750	2,94	37	Bandeja	4x20A
L.A.EM	C.A.EM	R,S,T		1	1	0,9	1,087	6	1	400	4	0,034	0,088	1,5	0,0859	40,1699	1,743	2,5	2,5	2,5	1,208	0,53	22	Bandeja	4x20A
						P.total alumb	12,010										18,48					3,469			

Tabla 3.4.17.4.1

C.S.A.1	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)	Longitud (m)	ΔV(%)	V(v)	ΔV(v)	ΔV(%)real	S porΔV(mm2)	S mínima por ΔV(mm2)	R(ohm)	Ta(servicio)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)	Tubo	Proteccion
L.A.1. 1	Zona taller	T	200	4	1	1	0,800	56	2	230	4,6	1,454	1,818	2,5	0,962	40,909	3,478	1,5	1,5	1,5	0,800	0,00	19	Bandeja	2x10A
L.A.1. 2	Zona taller	S	200	4	1	1	0,800	56	2	230	4,6	1,454	1,818	2,5	0,962	40,909	3,478	1,5	1,5	1,5	0,800	0,00	19	Bandeja	2x10A
L.A.1. 3	Zona taller	R	200	5	1	1	1,000	58	2	230	4,6	1,883	2,354	2,5	0,996	41,423	4,348	1,5	1,5	1,5	1,000	0,00	19	Bandeja	2x10A
L.A.1. 4	Local de pinturas	T	17	6	1	1	0,102	36	2	230	4,6	0,199	0,149	1,5	1,030	40,015	0,443	1,5	1,5	1,5	0,102	0,00	19	Bandeja	2x10A
						P.total	2,702										11,748					0,000			

Tabla 3.4.17.4.2

C.S.A.2	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)	Longitud (m)	ΔV(%)	V(v)	ΔV(v)	ΔV(%)real	S porΔV(mm2)	S mínima por ΔV(mm2)	R(ohm)	Ta(servicio)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)	Tubo	Proteccion
L.A.2. 1	Alm. Recam. Planta Baja	T	17	8	1	1	0,136	8	2	230	4,6	0,059	0,04	1,5	0,229	40,056	0,591	1,5	1,5	1,5	0,136	0,00	13	20	2x10A
L.A.2. 2	Alm. Recam. Planta Alta	R	17	13	1	1	0,221	12	2	230	4,6	0,143	0,11	1,5	0,343	40,148	0,961	1,5	1,5	1,5	0,221	0,00	13	20	2x10A
L.A.2. 3	Almacen de residuos	T	17	6	1	1	0,102	8	2	230	4,6	0,044	0,03	1,5	0,229	40,031	0,443	1,5	1,5	1,5	0,102	0,00	13	20	2x10A
L.A.2. 4	Sala del compresor	S	17	1	1	1	0,017	12	2	230	4,6	0,011	0,01	1,5	0,343	40,001	0,074	1,5	1,5	1,5	0,017	0,00	13	20	2x10A
L.A.2. 5	Escaleras alm. de recam.	R	13	2	1	1	0,026	13	2	230	4,6	0,018	0,01	1,5	0,372	40,002	0,113	1,5	1,5	1,5	0,026	0,00	13	20	2x10A
						P.total	0,502										2,183					0,000			

Tabla 3.4.17.4.3

C.S.A.3	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)	Longitud (m)	ΔV(%)	V(v)	ΔV(v)	ΔV(%)real	S porΔV(mm2)	S mínima por ΔV(mm2)	R(ohm)	Ta(servicio)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)	Tubo	Proteccion
L.A.3. 1	Recibidor Planta Alta	R	37	3	1	1	0,111	14	2	230	4,6	0,084	0,063	1,5	0,401	40,037	0,483	1,5	1,5	1,5	0,111	0,00	13	20	2x10A
L.A.3. 2	Escaleras oficinas	T	13	2	1	1	0,026	14	2	230	4,6	0,020	0,015	1,5	0,401	40,002	0,113	1,5	1,5	1,5	0,026	0,00	13	20	2x10A
L.A.3. 3	Aseo de hombres P.A.	S	13	2	1	1	0,026	12	2	230	4,6	0,017	0,013	1,5	0,343	40,002	0,113	1,5	1,5	1,5	0,026	0,00	13	20	2x10A
L.A.3. 4	Aseo de mujeres P.A.	S	13	2	1	1	0,026	12	2	230	4,6	0,017	0,013	1,5	0,343	40,002	0,113	1,5	1,5	1,5	0,026	0,00	13	20	2x10A
L.A.3. 5	Sala de juntas	S	37	4	1	1	0,148	10	2	230	4,6	0,080	0,060	1,5	0,286	40,066	0,643	1,5	1,5	1,5	0,148	0,00	13	20	2x10A
L.A.3. 6	Director gerente	R	37	4	1	1	0,148	16	2	230	4,6	0,128	0,096	1,5	0,458	40,066	0,643	1,5	1,5	1,5	0,148	0,00	13	20	2x10A
L.A.3. 7	Oficina administrativa	T	37	9	1	1	0,333	18	2	230	4,6	0,324	0,243	1,5	0,515	40,336	1,448	1,5	1,5	1,5	0,333	0,00	13	20	2x10A
L.A.3. 8	Pasillo entreplanta	S	37	2	1	1	0,074	9	2	230	4,6	0,036	0,027	1,5	0,258	40,017	0,322	1,5	1,5	1,5	0,074	0,00	13	20	2x10A
							P.total	0,892									3,878						0,000		

Tabla 3.4.17.4.4

C.S.A.4	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)	Longitud (m)	ΔV(%)	V(v)	ΔV(v)	ΔV(%)real	S porΔV(mm2)	S mínima por ΔV(mm2)	R(ohm)	Ta(servicio)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)	Tubo	Proteccion
L.A.4. 1	Hall-Recepción	S	37	9	1	1	0,333	8	2	230	4,6	0,144	0,108	1,5	0,229	40,336	1,448	1,5	1,5	1,5	0,333	0,00	13	20	2x10A
L.A.4. 2	Archivo	S	13	4	1	1	0,052	10	2	230	4,6	0,028	0,021	1,5	0,286	40,008	0,226	1,5	1,5	1,5	0,052	0,00	13	20	2x10A
L.A.4. 3	Aseo de hombres P.B.	S	13	2	1	1	0,026	11	2	230	4,6	0,015	0,012	1,5	0,315	40,002	0,113	1,5	1,5	1,5	0,026	0,00	13	20	2x10A
L.A.4. 4	Aseo de mujeres P.B.	S	13	2	1	1	0,026	12	2	230	4,6	0,017	0,013	1,5	0,343	40,002	0,113	1,5	1,5	1,5	0,026	0,00	13	20	2x10A
L.A.4. 5	Pasillo planta baja	T	37	3	1	1	0,111	7	2	230	4,6	0,042	0,032	1,5	0,200	40,037	0,483	1,5	1,5	1,5	0,111	0,00	13	20	2x10A
L.A.4. 6	Vestuario masculino	R	17	6	1	1	0,102	23	2	230	4,6	0,127	0,095	1,5	0,658	40,031	0,443	1,5	1,5	1,5	0,102	0,00	13	20	2x10A
L.A.4. 7	Vestuario femenino	S	17	6	1	1	0,102	24	2	230	4,6	0,132	0,099	1,5	0,687	40,031	0,443	1,5	1,5	1,5	0,102	0,00	13	20	2x10A
							P.total	0,752									3,270						0,000		

Tabla 3.4.17.4.5

C.S.A.5	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)	Longitud (m)	ΔV(%)	V(v)	ΔV(v)	ΔV(%)real	S porΔV(mm2)	S mínima por ΔV(mm2)	R(ohm)	Ta(servicio)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)	Tubo	Proteccion	
L.A.5. 1	Alumbrado exterior	R	250	5	1,8	0,9	2,025	120	2	230	4,6	3,287	9,861	6	0,859	42,906	9,783	6	6	6	2,250	0,98	30	25	2x16A	
L.A.5. 2	Alumbrado exterior	S	250	5	1,8	0,9	2,025	120	2	230	4,6	3,287	9,861	6	0,859	42,906	9,783	6	6	6	2,250	0,98	30	25	2x16A	
L.A.5. 3	Alumbrado exterior	T	250	5	1,8	0,9	2,025	120	2	230	4,6	3,287	9,861	6	0,859	42,906	9,783	6	6	6	2,250	0,98	30	25	2x16A	
						P.total	6,075										29,35							2,942		

Tabla 3.4.17.4.6

C.A.EM	Zona	Fase	P(W)	Número	F.c.	F.d.p	P total(Kw)	Longitud (m)	ΔV(%)	V(v)	ΔV(v)	ΔV(%)real	S porΔV(mm2)	S mínima por ΔV(mm2)	R(ohm)	Ta(servicio)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	S(KVA)	Q(Kvar)	I Adm.(A)	Tubo	Proteccion
ZONA 1	Planta alta	R	11	4	1,8	0,9	0,071	38	2	230	4,6	0,147	0,110	1,5	1,088	40,019	0,344	1,5	1,5	1,5	0,079	0,03	13	20	2x10A
ZONA 2	Planta alta	S	11	7	1,8	0,9	0,125	48	2	230	4,6	0,324	0,243	1,5	1,374	40,058	0,603	1,5	1,5	1,5	0,139	0,06	13	20	2x10A
ZONA 3	Planta alta	T	11	4	1,8	0,9	0,071	51	2	230	4,6	0,197	0,148	1,5	1,460	40,019	0,344	1,5	1,5	1,5	0,079	0,03	13	20	2x10A
ZONA 4	Planta baja	R	11	2	1,8	0,9	0,036	36	2	230	4,6	0,069	0,052	1,5	1,030	40,005	0,172	1,5	1,5	1,5	0,040	0,02	13	20	2x10A
ZONA 5	Planta baja	S	11	8	1,8	0,9	0,143	45	2	230	4,6	0,347	0,260	1,5	1,288	40,076	0,689	1,5	1,5	1,5	0,158	0,07	13	20	2x10A
ZONA 6	Planta baja	T	11	3	1,8	0,9	0,053	32	2	230	4,6	0,093	0,069	1,5	0,916	40,011	0,258	1,5	1,5	1,5	0,059	0,03	13	20	2x10A
ZONA 7	Taller y almacen	R	11	12	1,8	0,9	0,214	60	2	230	4,6	0,694	0,521	1,5	1,717	40,080	1,033	1,5	1,5	1,5	0,238	0,10	19	Bandeja	2x10A
ZONA 8	Taller y almacen	S	11	6	1,8	0,9	0,107	68	2	230	4,6	0,393	0,295	1,5	1,946	40,020	0,517	1,5	1,5	1,5	0,119	0,05	19	Bandeja	2x10A
ZONA 9	Taller y almacen	T	11	15	1,8	0,9	0,267	65	2	230	4,6	0,940	0,705	1,5	1,861	40,125	1,291	1,5	1,5	1,5	0,297	0,13	19	Bandeja	2x10A
						P.total	1,087									5,251							0,526		

Tabla 3.4.17.4.7

➤ Secciones justificativas de fuerza

C.G.F	Fase	Nº de tomas monofásicas	Nº de tomas trifásicas	F.d.p	P.absor. (kW)	F _c	P.real (kW)	V(v)	Longitud (m)	ΔV(%)	ΔV(v)	ΔV(%) Real	S por ΔV (mm2)	S mínim a por ΔV mm2	R (ohm)	R 20º (ohm/Km)	R real (ohm)	Ta serv. (ºC)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	I adm (A)	f.d.p.	S (KVA)	Q (KVAr)	Nº conductores	Tubo(Φmm)	Protección
L.F.1	R, S, T	0	0	0,8	111,15	1	111,15	400	18	2	8	0,328	14,30	20	0,004	0,206	0,005	67,9	200,53	95	95	95	259	0,8	138,932	83,36	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x250A
L.F.2	R, S, T	0	0	0,8	24,91	1	24,91	400	11	2	8	0,417	1,96	2,5	0,025	1,910	0,027	61,8	44,95	10	10	10	65	0,8	31,142	18,68	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x50A
L.F.3	R, S, T	0	0	0,8	18,21	1	18,21	400	24	2	8	1,150	3,13	4	0,092	3,300	0,101	63,4	32,86	6	6	6	46	0,8	22,769	13,66	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x40A
L.F.4	R, S, T	0	0	0,8	7,65	1	7,65	400	32	2	8	0,966	1,75	2,5	0,293	4,950	0,202	52,0	13,81	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	9,568	5,74	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x20A
L.C.V.1	R	0	0	0,8	7,34	1	7,34	230	6	3	6,9	1,695	1,27	2,5	0,046	7,980	0,122	62,4	39,90	6	6	6	57	0,8	9,177	5,51	2 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	2x40A
TOTAL					169,27		169,3												332,1						211,59	126,9			

Tabla 3.4.17.4.8

C.S.F. 1	Fase	Nº de tomas monofásicas	Nº de tomas trifásicas	F.d.p	P.absor. (kW)	F _c	P.real (kW)	V(v)	Longitud (m)	ΔV(%)	ΔV(v)	ΔV(%) Real	S por ΔV (mm2)	S mínim a por ΔV mm2	R (ohm)	R 20º (ohm/Km)	R real (ohm)	Ta serv. (ºC)	I (A)	S comercial (mm2)	S(N)	S(TT)	I adm (A)	f.d.p.	S (KVA)	Q (KVAr)	Nº conductores	Tubo(Φmm)	Protección
L.F.1-1 Motor del portal	R, S, T	0	0	0,8	1,50	1,25	1,88	400	7	3	12	0,083	0,06	2,5	0,064	7,980	0,071	40,7	3,38	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	2,344	1,41	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-2 Esmeril	R, S, T	0	0	0,8	0,75	1,25	0,94	400	8	3	12	0,048	0,04	2,5	0,073	7,980	0,081	40,2	1,69	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	1,172	0,70	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-3 Toma de corriente combinada 2	R, S, T	3	1	0,8	17,70	0,2	3,54	400	9	3	12	0,084	0,15	2,5	0,034	3,300	0,038	40,8	6,39	6	6	6	46	0,8	4,425	2,66	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x32A
L.F.1-4 Extractor de humos	R, S, T	0	0	0,8	1,50	1,25	1,88	400	10	3	12	0,119	0,09	2,5	0,092	7,980	0,102	40,7	3,38	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	2,344	1,41	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-5 Tomas monof. (Local de pinturas)	R	4	0	0,8	11,78	0,2	2,36	230	35	3	6,9	1,311	2,38	2,5	0,267	3,300	0,295	42,1	12,80	6	6	6	57	0,8	2,944	1,77	2 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	2x16A
L.F.1-6 Elevador de dos columnas	R, S, T	0	0	0,8	4,50	1,25	5,63	400	12	3	12	0,429	0,32	2,5	0,110	7,980	0,122	46,3	10,15	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	7,031	4,22	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-7 Toma de corriente combinada 3	R, S, T	3	1	0,8	17,70	0,2	3,54	400	34	3	12	0,317	0,57	2,5	0,130	3,300	0,143	40,8	6,39	6	6	6	46	0,8	4,425	2,66	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x32A
L.F.1-8 Extractor de humos	R, S, T	0	0	0,8	1,50	1,25	1,88	400	36	3	12	0,429	0,32	2,5	0,329	7,980	0,366	40,7	3,38	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	2,344	1,41	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-9 Cabina de pintura	R, S, T	0	0	0,8	12,00	1,25	15,00	400	38	3	12	0,868	2,72	4	0,145	1,910	0,093	55,5	27,06	6	6	6	46	0,8	18,750	11,25	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x32A
L.F.1-10 Esmeril	R, S, T	0	0	0,8	0,75	1,25	0,94	400	40	3	12	0,238	0,18	2,5	0,366	7,980	0,407	40,2	1,69	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	1,172	0,70	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A

L.F.1-11 Taladro de columna	R,S, T	0	0	0,8	1,10	1,25	1,38	400	43	3	12	0,376	0,28	2,5	0,393	7,980	0,438	40,4	2,48	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	1,719	1,03	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-12 Toma de corriente combinada 4	R,S, T	3	1	0,8	17,70	0,2	3,54	400	45	3	12	0,419	0,76	2,5	0,172	3,300	0,189	40,8	6,39	6	6	6	46	0,8	4,425	2,66	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x32A
L.F.1-13 Esmeril	R,S, T	0	0	0,8	0,75	1,25	0,94	400	46	3	12	0,274	0,21	2,5	0,421	7,980	0,468	40,2	1,69	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	1,172	0,70	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-14 Prensa hidraulica	R,S, T	0	0	0,8	6,00	1,25	7,50	400	48	3	12	2,289	1,72	2,5	0,439	7,980	0,488	51,5	13,53	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	9,375	5,63	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-15 Toma de corriente combinada 5	R,S, T	3	1	0,8	17,70	0,2	3,54	400	51	3	12	0,475	0,86	2,5	0,194	3,300	0,215	40,8	6,39	6	6	6	46	0,8	4,425	2,66	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x32A
L.F.1-16 Toma de corriente combinada 6	R,S, T	3	1	0,8	17,70	0,2	3,54	400	54	3	12	0,503	0,91	2,5	0,206	3,300	0,227	40,8	6,39	6	6	6	46	0,8	4,425	2,66	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x32A
L.F.1-17 Esmeril	R,S, T	0	0	0,8	0,75	1,25	0,94	400	55	3	12	0,328	0,25	2,5	0,503	7,980	0,560	40,2	1,69	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	1,172	0,70	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-18 Bancada de estirado	R,S, T	0	0	0,8	2,00	1,25	2,50	400	51	3	12	0,811	0,61	2,5	0,467	7,980	0,519	41,2	4,51	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	3,125	1,88	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-19 Banco de frenado-suspension	R,S, T	0	0	0,8	6,00	1,25	7,50	400	50	3	12	1,479	1,79	2,5	0,458	4,950	0,316	51,5	13,53	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	9,375	5,63	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-20 Elevador de cuatro columnas	R,S, T	0	0	0,8	4,50	1,25	5,63	400	47	3	12	1,681	1,26	2,5	0,430	7,980	0,478	46,3	10,15	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	7,031	4,22	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-21 Elevador de cuatro columnas	R,S, T	0	0	0,8	4,50	1,25	5,63	400	46	3	12	1,646	1,23	2,5	0,421	7,980	0,468	46,3	10,15	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	7,031	4,22	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-22 Elevador de dos columnas	R,S, T	0	0	0,8	4,50	1,25	5,63	400	5	3	12	0,179	0,13	2,5	0,046	7,980	0,051	46,3	10,15	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	7,031	4,22	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-23 Toma de corriente combinada 1	R,S, T	3	1	0,8	17,70	0,2	3,54	400	3	3	12	0,028	0,05	2,5	0,011	3,300	0,013	40,8	6,39	6	6	6	46	0,8	4,425	2,66	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x32A
L.F.1-24 Desmontado ra de neumaticos	R,S, T	0	0	0,8	1,50	1,25	1,88	400	5	3	12	0,060	0,04	2,5	0,046	7,980	0,051	40,7	3,38	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	2,344	1,41	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-25 Equilibrador a de ruedas	R,S, T	0	0	0,8	1,10	1,25	1,38	400	6	3	12	0,052	0,04	2,5	0,055	7,980	0,061	40,4	2,48	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	1,719	1,03	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-26 Esmeril	R,S, T	0	0	0,8	0,75	1,25	0,94	400	8	3	12	0,045	0,03	2,5	0,069	7,980	0,076	40,2	1,69	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	1,172	0,70	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-27 Elevador de dos columnas	R,S, T	0	0	0,8	4,50	1,25	5,63	400	13	3	12	0,465	0,35	2,5	0,119	7,980	0,132	46,3	10,15	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	7,031	4,22	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-28 Desmontado ra de neumáticos	R,S, T	0	0	0,8	1,50	1,25	1,88	400	10	3	12	0,113	0,08	2,5	0,087	7,980	0,097	40,7	3,38	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	2,344	1,41	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A

L.F.1-29 Equilibrador a de ruedas	R,S, T	0	0	0,8	1,10	1,25	1,38	400	11	3	12	0,096	0,07	2,5	0,101	7,980	0,112	40,4	2,48	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	1,719	1,03	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-30 Bomba principal eléctrica	R,S, T	0	0	0,8	5,52	1,25	6,90	400	21	3	12	0,922	0,69	2,5	0,192	7,980	0,214	49,7	12,45	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	8,625	5,18	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
L.F.1-31 Bomba joker	R,S, T	0	0	0,8	1,47	1,25	1,84	400	22	3	12	0,257	0,19	2,5	0,201	7,980	0,224	40,7	3,32	2,5	2,5	2,5	26,5	0,8	2,297	1,38	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x16A
TOTAL					188,02		111,15												209,0 8						138,93 2	83,35 9			

Tabla 3.4.17.4.9

C.S.F. 2	Fase	Nº de tomas monofásic as	Nº de tomas trifásica s	F.d. p	P.abso r (kW)	F c	P.re al (kW)	V(v)	Longi tud (m)	$\Delta V(\%)$)	$\Delta V(v)$)	$\Delta V(\%)$) Real	S por ΔV (mm2)	S mínim a por ΔV mm2	R (ohm)	R 20º (ohm/K m)	R real (ohm)	Ta serv (°C)	I (A)	S comer cial (mm2)	S(N)	S(TT)	I ad m (A)	f.d.p .	S (KVA)	Q (KVAr)	Nº conductore s	Tubo(Φm m)	Protecció n
L.F.2-1 Tomas monofásica s (Taller)	R	4	0	0,8	11,78	0,2	2,36	230	18	3	6,9	1,012	1,222	2,5	0,329	4,950	0,227	50,2	12,80	2,5	2,5	2,5	26, 5	0,8	2,944	1,77	2 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	2x16A
L.F.2-2 Tomas monof. (Almacen recambios planta baja)	S	3	0	0,8	8,83	0,2	1,77	230	7	3	6,9	0,476	0,356	2,5	0,128	7,980	0,142	48,3	9,60	2,5	2,5	2,5	22	0,8	2,208	1,32	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.2-3 Tomas monof. Almacen de recambios entreplanta	T	4	0	0,8	11,78	0,2	2,36	230	16	3	6,9	1,450	1,086	2,5	0,293	7,980	0,326	55,1	12,80	2,5	2,5	2,5	22	0,8	2,944	1,77	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.2-4 Tomas monof. (Sala del compresor)	R	1	0	0,8	2,94	0,2	0,59	230	18	3	6,9	0,408	0,306	2,5	0,329	7,980	0,366	40,9	3,20	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,736	0,44	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.2-5 Tomas monof. (Almacen de residuos)	T	3	0	0,8	8,83	0,2	1,77	230	9	3	6,9	0,612	0,458	2,5	0,165	7,980	0,183	48,3	9,60	2,5	2,5	2,5	22	0,8	2,208	1,32	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.2-6 Tomas monof. Bomba solar termica	T	1	0	0,8	2,94	0,2	0,59	230	9	3	6,9	0,204	0,153	2,5	0,165	7,980	0,183	40,9	3,20	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,736	0,44	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.2-7 Compresor	R,S, T	0	0	0,8	11,25	1,25	14,1	400	12	3	12	0,444	0,804	2,5	0,046	3,300	0,050	61,4	25,37	6	6	6	37	0,8	17,57	10,55	4 F/N+TT (XLPE)	25	4x32A
L.F.2-8 Montacarg as almacen	R,S, T	0	0	0,8	1,10	1,3	1,43	400	15	3	12	0,136	0,102	2,5	0,137	7,980	0,153	40,6	2,58	2,5	2,5	2,5	22	0,8	1,788	1,07	4 F/N+TT (XLPE)	20	4x16A
TOTAL					59,45		24,9												79,15						31,14	18,68			

Tabla 3.4.17.4.10

C.S.F. 3	Fase	Nº de tomas monofásicas	Nº de tomas trifásicas	F.d.p	P.absor (kW)	F c	P.rea l (kW)	V(v)	Longitu d (m)	ΔV(%)	ΔV(v)	ΔV(%) Real	S por ΔV (mm2)	S mínim a por ΔV mm2	R (ohm)	R 20º (ohm/K m)	R real (ohm)	Ta serv . (ºC)	I (A)	S comer cial (mm2)	S(N)	S(TT)	I ad m (A)	f.d.p .	S (KVA)	Q (KVAr)	Nº conductore s	Tubo(Φm m)	Protecció n
L.F.3-1 Tomas monof. (Recibidor entreplant a)	R	4	0	0,8	11,78	0,2	2,36	230	9	3	6,9	0,815	0,611	2,5	0,165	7,980	0,183	55,1	12,80	2,5	2,5	2,5	22	0,8	2,944	1,77	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.3-2 Tomas monof. (Pasillo entreplant a)	T	2	0	0,8	5,89	0,2	1,18	230	15	3	6,9	0,680	0,509	2,5	0,275	7,980	0,305	43,6	6,40	2,5	2,5	2,5	22	0,8	1,472	0,88	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.3-3 Tomas monof. (Aseo hombres entreplant a)	S	1	0	0,8	2,94	0,2	0,59	230	12	3	6,9	0,272	0,204	2,5	0,220	7,980	0,244	40,9	3,20	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,736	0,44	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.3-4 Tomas monof. (Aseo mujeres entreplant a)	S	1	0	0,8	2,94	0,2	0,59	230	14	3	6,9	0,317	0,238	2,5	0,256	7,980	0,285	40,9	3,20	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,736	0,44	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.3-5 Tomas monof. (Sala de juntas)	T	5	0	0,8	14,72	0,2	2,94	230	10	3	6,9	1,133	0,849	2,5	0,114	7,980	0,204	52,6	16,00	4	4	4	30	0,8	3,680	2,21	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
L.F.3-6 Tomas monof. (Director gerente)	R	4	0	0,8	11,78	0,2	2,36	230	15	3	6,9	1,359	1,019	2,5	0,275	7,980	0,305	55,1	12,80	2,5	2,5	2,5	22	0,8	2,944	1,77	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.3-7 Tomas monof. (Oficina adminis.)	S	4	0	0,8	11,78	0,2	2,36	230	20	3	6,9	1,812	1,358	2,5	0,366	7,980	0,407	55,1	12,80	2,5	2,5	2,5	22	0,8	2,944	1,77	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.3-8 Ascensor	R,S, T	0	0	0,8	4,50	1,3	5,85	400	4	3	12	0,149	0,112	2,5	0,037	7,980	0,041	50,1	10,55	2,5	2,5	2,5	22	0,8	7,313	4,39	4 F/N+TT (XLPE)	20	4x16A
TOTAL					66,32		18,2												77,75						22,76	13,66			

Tabla 3.4.17.4.11

C.S.F. 4	Fase	Nº de tomas monofásicas	Nº de tomas trifásicas	F.d.p	P.ab sor (kW)	F c	P.rea l (kW)	V(v)	Longitu d (m)	ΔV(%)	ΔV(v)	ΔV(%) Real	S por ΔV (mm2)	S mínim a por ΔV (mm2)	R (ohm)	R 20º (ohm/Km)	R real (ohm)	Ta serv . (ºC)	I (A)	S comerci al (mm2)	S(N)	S(TT)	I ad m (A)	f.d.p .	S (KVA)	Q (KVAr)	Nº conductore s	Tubo(Φm m)	Protecció n
L.F.4-1 Tomas monof. (Hall)	S	3	0	0,8	8,83	0,2	1,77	230	12	3	6,9	0,815	0,611	2,5	0,220	7,980	0,244	48,3	9,60	2,5	2,5	2,5	22	0,8	2,208	1,32	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A

L.F.4-2 Tomas monof. (Pasillo planta baja)	S	2	0	0,8	5,89	0,2	1,18	230	4	3	6,9	0,181	0,136	2,5	0,073	7,980	0,081	43,6	6,40	2,5	2,5	2,5	22	0,8	1,472	0,88	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.4-3 Tomas monof. Archivo	R	1	0	0,8	2,94	0,2	0,59	230	8	3	6,9	0,181	0,136	2,5	0,146	7,980	0,163	40,9	3,20	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,736	0,44	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.4-4 Tomas monof. (Aseo hombre s planta baja)	S	1	0	0,8	2,94	0,2	0,59	230	11	3	6,9	0,249	0,187	2,5	0,201	7,980	0,224	40,9	3,20	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,736	0,44	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.4-5 Tomas monof. (Aseo mujeres planta baja)	S	1	0	0,8	2,94	0,2	0,59	230	13	3	6,9	0,294	0,221	2,5	0,238	7,980	0,265	40,9	3,20	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,736	0,44	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.4-6 Tomas monof. (Vest. mascul)	S	3	0	0,8	8,83	0,2	1,77	230	18	3	6,9	1,223	0,917	2,5	0,329	7,980	0,366	48,3	9,60	2,5	2,5	2,5	22	0,8	2,208	1,32	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
L.F.4-7 Tomas monof. (Vest. Femen.)	T	2	0	0,8	5,89	0,2	1,18	230	21	3	6,9	0,951	0,713	2,5	0,384	7,980	0,427	43,6	6,40	2,5	2,5	2,5	22	0,8	1,472	0,88	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x16A
TOTAL					38,3		7,65												41,6						9,568	5,74			

Tabla 3.4.17.4.12

C.S. CLIMA. Y VENT.	Fas e	Nº de tomas monofásicas	Nº de tomas trifásicas	F.d. p	P.ab sor (kW)	F c	P.rea l (kW)	V(v)	Longitu d (m)	ΔV(%)	ΔV(v)	ΔV(%) Real	S por ΔV (mm2)	S mínim a por ΔV (mm2)	R (ohm)	R 20º (ohm/K m)	R real (ohm)	Ta serv . (°C)	I (A)	S comer cial (mm2)	S(N)	S(TT)	I ad m (A)	f.d.p .	S (KVA)	Q (KVA r)	Nº conductore s	Tubo(Φm m)	Protecció n
L.C.1 UE-01 Unidad exterior	R	0	0	0,8	3,92	1,25	4,90	230	39	3	6,9	7,350	5,508	6	0,297	7,980	0,794	63,8	26,62	6	6	6	37	0,8	6,123	3,67	2 F/N+TT (XLPE)	25	2x32A
L.C.2 UI-01 Cassette hall-recepcion	R	0	0	0,8	0,11	1,25	0,14	230	23	3	6,9	0,121	0,090	2,5	0,421	7,980	0,468	40,0	0,74	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,170	0,10	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
L.C.3 UI-02 Oficina admin.	R	0	0	0,8	0,13	1,25	0,17	230	30	3	6,9	0,190	0,143	2,5	0,549	7,980	0,611	40,1	0,90	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,206	0,12	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
L.C.4 UI-03 Oficina gerencia	R	0	0	0,8	0,10	1,25	0,12	230	26	3	6,9	0,120	0,090	2,5	0,476	7,980	0,529	40,0	0,65	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,150	0,09	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
L.C.5 UI-04 Sala de reuniones	R	0	0	0,8	0,10	1,25	0,12	230	23	3	6,9	0,106	0,080	2,5	0,421	7,980	0,468	40,0	0,65	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,150	0,09	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A

L.V.1 VE-01 Ventilac. Oficinas	R	0	0	0,8	0,13	1,25	0,16	230	37	3	6,9	0,230	0,172	2,5	0,677	7,980	0,753	40,1	0,88	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,202	0,12	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
L.V.2 VI-01 Ventilacio n oficinas	R	0	0	0,8	0,13	1,25	0,16	230	35	3	6,9	0,217	0,163	2,5	0,641	7,980	0,712	40,1	0,88	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,202	0,12	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
L.V.3 VE-06 Ventilacio n garajes	R	0	0	0,8	0,59	1,25	0,74	230	26	3	6,9	0,736	0,552	2,5	0,476	7,980	0,529	41,4	4,00	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,920	0,55	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x10A
L.V.4 VI-02 Ventilacio n garajes	R	0	0	0,8	0,55	1,25	0,69	230	34	3	6,9	0,903	0,676	2,5	0,622	7,980	0,692	41,2	3,75	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,863	0,52	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x10A
L.V.5 VE-04 Ventil. Vestuar.	R	0	0	0,8	0,05	1,25	0,06	230	28	3	6,9	0,062	0,046	2,5	0,512	7,980	0,570	40,0	0,31	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,072	0,04	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
L.V.6 VE-05 Ventilac. vestua.	R	0	0	0,8	0,05	1,25	0,06	230	47	3	6,9	0,104	0,078	2,5	0,860	7,980	0,956	40,0	0,31	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,072	0,04	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
L.V.7 VE-02 Ventilac. aseos	R	0	0	0,8	0,02	1,25	0,02	230	21	3	6,9	0,015	0,011	2,5	0,384	7,980	0,427	40,0	0,10	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,023	0,01	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
L.V.8 VE-03 Ventilac. aseos	R	0	0	0,8	0,02	1,25	0,02	230	26	3	6,9	0,019	0,014	2,5	0,476	7,980	0,529	40,0	0,10	2,5	2,5	2,5	22	0,8	0,023	0,01	2 F/N+TT (XLPE)	20	2x6A
TOTAL					5,87		7,34												39,90						9,177	5,51			

Tabla 3.4.17.4.13

➤ Secciones justificativas cuadro general – C.G.P.

C.G.P.	Fase	F.d.p	P.absor. (kW)	F c	P.real (kW)	V(v)	Long. (m)	DV(%)	DV(v)	DV(%) Real	S por ΔV (mm2)	S mínima por ΔV (mm2)	R (ohm)	R 20º (ohm/Km)	R real (ohm)	Ta servicio (°C)	I (A)	S comer. (mm2)	S(N)	S(TT)	I adm (A)	f.d.p.	S (KVA)	Q (KVAr)	Nº conduct.	Tubo (Φmm)	Protec.
L.G.F	R,S,T	0,8	169,270	1	169,270	400	5	1	4	0,087	12,102	16	0,0008	0,129	0,0008	78,20	305,40	150	150	150	343	0,8	211,59	126,95	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x320A
L.G.A	R,S,T	0,8	12,010	1	12,010	400	5	1	4	0,237	0,859	1,5	0,0286	4,950	0,0316	56,23	21,67	4	4	4	36	0,8	15,01	9,01	4 F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x25A
L.C.	R,S,T	1	110	1	110	400	5	0,5	2	0,0041	20,036	25	0,0015	0,206	0,0001	56,87	158,77	95	95	95	259	1	110,00	110	3F/N+TT (XLPE)	Bandeja	4x250A

Tabla 3.4.17.4.14



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXO V: INSTALACIÓN FONTANERÍA

ÍNDICE

3.5 INSTALACIÓN FONTANERÍA	3
3.5.1. OBJETO DEL ANEXO.....	3
3.5.2 NORMATIVA	3
3.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.....	3
3.5.3.1 Número de suministros o instalaciones particulares.....	3
3.5.3.1.1 Previsión caudal Línea 1.	4
3.5.3.1.2 Previsión caudal Línea 2.	5
3.5.4 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	5
3.5.4.1 Dimensionado de los tramos.....	6
3.5.4.2 Comprobación de la presión	7
3.5.4.3 Dimensionado de la red de ACS	13
3.5.4.3 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	13
3.5.4.3.1 Funcionamiento	13
3.5.4.3.2 Componentes	14
3.5.4.4 Cálculo del aislamiento térmico.....	14
3.5.5 CARACTERÍSTICAS Y CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN.....	14
3.5.5.1 Listado de materiales por tramo.	15
3.5.5.2 Listado de RESULTADOS EN TUBERÍAS.....	17

3.5 INSTALACIÓN FONTANERÍA

3.5.1. OBJETO DEL ANEXO.

El objeto del presente anexo de fontanería es el de fijar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización para obtener la puesta en servicio final de la instalación.

3.5.2 NORMATIVA

La instalación (taller mecánico con aporte de energías renovables) cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS4 Suministro de Agua, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en el B.O.E. de fecha 28 de marzo de 2006.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas IT (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio).
- Ordenanzas municipales y normas particulares de la Empresa Suministradora.

3.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.

La entidad suministradora, salvo caso de averías accidentales o causas de fuerza mayor, garantizará en la llave de registro unas condiciones mínimas de presión de 2,7 bar, y una presión máxima de suministro de 3,5 bar, condiciones que quedarán establecidas en el contrato de acometida o suministro, de conformidad con las prescripciones de la normativa vigente

3.5.3.1 NÚMERO DE SUMINISTROS O INSTALACIONES PARTICULARES

La nave para taller mecánico contiene una acometida destinada al suministro de dos líneas: Línea 1 suministra agua para lavabos, inodoros, duchas y la Línea 2 para las BIE.

A continuación se lista el caudal instalado, el coeficiente de simultaneidad y el caudal máximo simultáneo de la instalación:

Referencia	Caudal instantáneo (dm³/s)	Coef. Simultaneidad	Caudal simultáneo (dm³/s)	Derivación particular	
				Diámetro Exterior	Diámetro Interior
Línea 1	2,8	0,1690	0,4732	Ø32	Ø23
Línea 2	6,6	1	6,6	Ø73	Ø65
Acometida	9,4	0,7	6,58	Ø63	Ø50

Tabla 3.5.3.1.1

3.5.3.1.1 Previsión caudal Línea 1.

Una vez conocido el caudal real de consumo del edificio mediante el estudio individualizado de cada uno de los suministros, se estima que el caudal total instalado será de 2,8 dm³/s.

A continuación se desglosan los aparatos instalados de agua fría y su consumo nominal:

Tipo de aparato	Caudal unidad (dm³/s)	Número de aparatos	Caudal total (dm³/s)
Lavabo	0,1	8	0,8
Inodoro con cisterna	0,1	8	0,8
Ducha	0,2	6	1,2
TOTAL AGUA FRÍA	-	22	2,8

Tabla 3.5.3.1.1.1

Los aparatos de agua caliente:

Tipo de aparato	Caudal unidad (dm³/s)	Número de aparatos	Caudal total (dm³/s)
Lavabo	0,065	8	0,52
Ducha	0,1	6	0,6
TOTAL AGUA CALIENTE	-	16	1,215

Tabla 3.5.3.1.1.2

3.5.3.1.2 Previsión caudal Línea 2.

Una vez conocido el caudal real de consumo del edificio mediante el estudio individualizado de cada uno de los suministros, se estima que el caudal total instalado será de 6,6 dm³/s, siendo el máximo consumo previsible de 6,6 dm³/s debido al Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios que para nivel de riesgo intrínseco medio la línea tiene que estar dimensionada para el funcionamiento de dos BIE 45 a la vez.

A continuación se desglosan los aparatos instalados de agua fría y su consumo nominal:

Tipo de aparato	Caudal unidad (dm³/s)	Número de aparatos	Simultaneidad	Caudal total (dm³/s)
BIE 45	3,3	4	2	6,6
TOTAL AGUA FRÍA	-	4	-	6,6

Tabla 3.5.3.1.2.1

3.5.4 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El cálculo de las redes de distribución se ha realizado con un primer dimensionado en función de los caudales instantáneos mínimos de los aparatos instalados, obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga que se obtiene con los mismos.

3.5.4.1 DIMENSIONADO DE LOS TRAMOS

El dimensionado de la red se realiza a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

1. El caudal máximo o instalado ($Q_{\text{instalado}}$) de cada tramo será igual a la suma de los caudales instantáneos mínimos ($Q_{i,\text{min}}$) de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1. del CTE-HS4.

$$Q_{\text{instalado}} = Q_{i,\text{min}}$$

Ecuación 3.5.4.1.1

2. Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio siguiente.

- Factor de simultaneidad por número de aparatos:

$$k_a = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Ecuación 3.5.4.1.2

Siendo n el número de aparatos servidos desde el tramo, con $K_a=1$ para $n=2$.

- Factor de simultaneidad por número de suministros particulares:

$$k_c = \frac{19 + N}{10 \times (N + 1)}$$

Ecuación 3.5.4.1.3

Siendo N el número de suministro servidos desde el tramo.

- Valor mínimo admisible para el coeficiente de simultaneidad: 0,2

3. Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

- Para un conjunto de aparatos:

$$Q_{i,\text{particular}} = K_s \cdot \sum Q_{\text{instalado}}$$

Ecuación 3.5.4.1.4

- Para un conjunto de suministros particulares:

$$Q_{\text{cálculo}} = K_c \cdot \sum Q_{i,\text{particular}}$$

Ecuación 3.5.4.1.5

4. Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas: entre 0,5 y 2,00 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,5 y 3,5 m/s.

5. Cálculo del diámetro en base a la velocidad elegida y del caudal de cálculo que circula por cada tramo.

6. Se tiene en cuenta la limitación de los diámetros mínimos de alimentación según la tabla 4.3 y mínimos en las derivaciones a aparatos según tabla 4.2 del CTE-HS4.

3.5.4.2 COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN

Se comprueba que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 2.1.3 del CTE-HS4 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha tenido en cuenta:

1. Pérdidas de carga por fricción según la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \times \log \left(\frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{D} \times \frac{1}{3,71} \right)$$

Ecuación 3.5.4.2.1

$$J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 3.5.4.2.2

Siendo:

- J = Pérdida de carga, en m.m.c.a./m;
- λ = Coeficiente de rozamientos;
- Re = N° de Reynolds;
- D = Diámetro interior de la tubería, en m;
- V = Velocidad, en m/s;
- k = Rugosidad uniforme equivalente, en m.;
- g = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s²;

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

Ecuación 3.5.4.2.3

Siendo:

- V = Velocidad, en m/s;
- ν = Viscosidad cinemática del fluido, (1'31x10-6 m²/s para agua a 10°C);
- D = Diámetro interior de la tubería, en m;

Debido a la complejidad de la formula de Prandtl-Colebrook hemos utilizado una tabla de valores de pérdida de carga por fricción en función de la velocidad del fabricante para la tuberías de PPr.

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Vel. (m/s)	Caudal	Pérdida de Carga		
				l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	0,4	0,04	26,22	262,21	2,62
20	2,8	14,4	0,4	0,07	19,23	192,35	1,92
25	3,5	18,0	0,4	0,10	14,34	143,45	1,43
32	4,5	23,0	0,4	0,17	10,42	104,22	1,04
40	5,6	28,8	0,4	0,26	7,79	77,92	0,78
50	6,9	36,2	0,4	0,41	5,81	58,10	0,58
63	8,7	45,6	0,4	0,65	4,33	43,29	0,43
75	10,4	54,2	0,4	0,92	3,48	34,78	0,35
90	12,5	65,0	0,4	1,33	2,77	27,66	0,28
110	15,2	79,6	0,4	1,99	2,14	21,45	0,21
16	2,3	11,4	0,6	0,06	52,32	523,20	5,23
20	2,8	14,4	0,6	0,10	38,55	385,48	3,85
25	3,5	18,0	0,6	0,15	28,86	288,60	2,89
32	4,5	23,0	0,6	0,25	21,05	210,51	2,11
40	5,6	28,8	0,6	0,39	15,79	157,93	1,58
50	6,9	36,2	0,6	0,62	11,81	118,14	1,18
63	8,7	45,6	0,6	0,98	8,83	88,30	0,88
75	10,4	54,2	0,6	1,38	7,11	71,09	0,71
90	12,5	65,0	0,6	1,99	5,67	56,66	0,57
110	15,2	79,6	0,6	2,99	4,40	44,04	0,44

3 ANEXO V: INSTALACIÓN FONTANERÍA

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

16	2,3	11,4	0,8	0,08	85,99	859,95	8,60
20	2,8	14,4	0,8	0,13	63,53	635,31	6,35
25	3,5	18,0	0,8	0,20	47,68	476,79	4,77
32	4,5	23,0	0,8	0,33	34,86	348,64	3,49
40	5,6	28,8	0,8	0,52	26,21	262,13	2,62
50	6,9	36,2	0,8	0,82	19,65	196,49	1,96
63	8,7	45,6	0,8	1,31	14,71	147,14	1,47
75	10,4	54,2	0,8	1,85	11,86	118,63	1,19
90	12,5	65,0	0,8	2,65	9,47	94,68	0,95
110	15,2	79,6	0,8	3,98	7,37	73,71	0,74
16	2,3	11,4	1,0	0,10	126,92	1.269,24	12,69
20	2,8	14,4	1,0	0,16	93,95	939,47	9,39
25	3,5	18,0	1,0	0,25	70,63	706,27	7,06
32	4,5	23,0	1,0	0,42	51,74	517,36	5,17
40	5,6	28,8	1,0	0,65	38,96	389,57	3,90
50	6,9	36,2	1,0	1,03	29,24	292,44	2,92
63	8,7	45,6	1,0	1,63	21,93	219,30	2,19
75	10,4	54,2	1,0	2,31	17,70	176,98	1,77
90	12,5	65,0	1,0	3,32	14,14	141,39	1,41
110	15,2	79,6	1,0	4,98	11,02	110,19	1,10
16	2,3	11,4	1,2	0,12	174,90	1.748,99	17,49
20	2,8	14,4	1,2	0,20	129,64	1.296,45	12,96
25	3,5	18,0	1,2	0,31	97,59	975,89	9,76
32	4,5	23,0	1,2	0,50	71,58	715,81	7,16
40	5,6	28,8	1,2	0,78	53,96	539,62	5,40
50	6,9	36,2	1,2	1,24	40,55	405,53	4,06
63	8,7	45,6	1,2	1,96	30,44	304,42	3,04
75	10,4	54,2	1,2	2,77	24,59	245,87	2,46
90	12,5	65,0	1,2	3,98	19,66	196,56	1,97
110	15,2	79,6	1,2	5,97	15,33	153,31	1,53
16	2,3	11,4	1,4	0,14	229,77	2.297,74	22,98
20	2,8	14,4	1,4	0,23	170,51	1.705,15	17,05
25	3,5	18,0	1,4	0,36	128,48	1.284,85	12,85
32	4,5	23,0	1,4	0,58	94,34	943,42	9,43
40	5,6	28,8	1,4	0,91	71,18	711,85	7,12
50	6,9	36,2	1,4	1,44	53,54	535,43	5,35
63	8,7	45,6	1,4	2,29	40,23	402,27	4,02
75	10,4	54,2	1,4	3,23	32,51	325,09	3,25
90	12,5	65,0	1,4	4,65	26,01	260,06	2,60
110	15,2	79,6	1,4	6,97	20,30	202,96	2,03
Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Vel. (m/s)	Caudal	Pérdida de Carga		
				l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	1,6	0,16	291,44	2.914,41	29,14
20	2,8	14,4	1,6	0,26	216,48	2.164,78	21,65
25	3,5	18,0	1,6	0,41	163,25	1.632,54	16,33
32	4,5	23,0	1,6	0,66	119,98	1.199,75	12,00
40	5,6	28,8	1,6	1,04	90,59	905,94	9,06
50	6,9	36,2	1,6	1,65	68,19	681,90	6,82
63	8,7	45,6	1,6	2,61	51,27	512,66	5,13
75	10,4	54,2	1,6	3,69	41,45	414,50	4,14
90	12,5	65,0	1,6	5,31	33,17	331,75	3,32
110	15,2	79,6	1,6	7,96	25,90	259,04	2,59
16	2,3	11,4	1,8	0,18	359,82	3.598,18	35,98
20	2,8	14,4	1,8	0,29	267,47	2.674,74	26,75
25	3,5	18,0	1,8	0,46	201,85	2.018,53	20,19
32	4,5	23,0	1,8	0,75	148,45	1.484,47	14,84
40	5,6	28,8	1,8	1,17	112,16	1.121,63	11,2
50	6,9	36,2	1,8	1,85	84,48	844,76	8,45
63	8,7	45,6	1,8	2,94	63,55	635,47	6,35
75	10,4	54,2	1,8	4,15	51,40	514,00	5,14
90	12,5	65,0	1,8	5,97	41,15	411,55	4,12
110	15,2	79,6	1,8	8,96	32,15	321,50	3,21
16	2,3	11,4	2,0	0,20	434,84	4.348,39	43,48
20	2,8	14,4	2,0	0,33	323,45	3.234,55	32,35

25	3,5	18,0	2,0	0,51	244,24	2.442,43	24,42
32	4,5	23,0	2,0	0,83	179,73	1.797,33	17,97
40	5,6	28,8	2,0	1,30	135,87	1.358,73	13,59
50	6,9	36,2	2,0	2,06	102,39	1.023,85	10,24
63	8,7	45,6	2,0	3,27	77,06	770,57	7,71
75	10,4	54,2	2,0	4,61	62,35	623,49	6,23
90	12,5	65,0	2,0	6,64	49,94	499,39	4,99
110	15,2	79,6	2,0	9,95	39,03	390,27	3,90
16	2,3	11,4	2,5	0,26	651,14	6.511,44	65,11
20	2,8	14,4	2,5	0,41	484,98	4.849,79	48,50
25	3,5	18,0	2,5	0,64	366,64	3.666,37	36,66
32	4,5	23,0	2,5	1,04	270,12	2.701,24	27,01
40	5,6	28,8	2,5	1,63	204,42	2.044,19	20,44
50	6,9	36,2	2,5	2,57	154,19	1.541,92	15,42
63	8,7	45,6	2,5	4,08	116,16	1.161,59	11,62
75	10,4	54,2	2,5	5,77	94,05	940,52	9,41
90	12,5	65,0	2,5	8,30	75,39	753,85	7,54
110	15,2	79,6	2,5	12,44	58,96	589,56	5,90
16	2,3	11,4	3,0	0,31	908,09	9.080,85	90,81
20	2,8	14,4	3,0	0,49	677,00	6.769,98	67,70
25	3,5	18,0	3,0	0,76	512,24	5.122,42	51,22
32	4,5	23,0	3,0	1,25	377,74	3.777,36	37,77
40	5,6	28,8	3,0	1,95	286,08	2.860,77	28,61
50	6,9	36,2	3,0	3,09	215,95	2.159,47	21,59
63	8,7	45,6	3,0	4,90	162,80	1.627,98	16,28
75	10,4	54,2	3,0	6,92	131,88	1.318,83	13,19
90	12,5	65,0	3,0	9,95	105,76	1.057,61	10,58
110	15,2	79,6	3,0	14,93	82,76	827,58	8,28
16	2,3	11,4	3,5	0,36	1.205,28	12.052,81	120,53
20	2,8	14,4	3,5	0,57	899,23	8.992,29	89,92
25	3,5	18,0	3,5	0,89	680,84	6.808,45	68,08
32	4,5	23,0	3,5	1,45	502,41	5.024,15	50,24
40	5,6	28,8	3,5	2,28	380,73	3.807,31	38,07
50	6,9	36,2	3,5	3,6	287,56	2.875,64	28,76
63	8,7	45,6	3,5	5,72	216,91	2.169,08	21,69
75	10,4	54,2	3,5	8,08	175,79	1.757,87	17,58
90	12,5	65,0	3,5	11,61	141,03	1.410,27	14,10
110	15,2	79,6	3,5	17,42	110,4	1.104,01	11,04

Tabla 3.5.4.2.1: Pérdida de carga en función de la velocidad para agua a 10°C

$$\Delta P_T = J \times L$$

Ecuación 3.5.4.2.4

Donde:

- ΔP_T = Pérdida de carga en tubería, en mbar;
- J = Pérdida de carga unitaria, en mbar/m;
- L = Longitud, en m;

2. Pérdidas de carga en los accesorios:

Para accesorios de las tuberías de PPr con el coeficiente de resistencia singular de la tabla del fabricante y la formula siguiente.

$$\Delta P_{acc} = \frac{\rho}{2} \times V^2 \times \sum \xi$$

Ecuación 3.5.4.2.5

Donde:

- ΔP_{acc} = Pérdida de carga en los accesorios, en Pa;
- V = Velocidad, en m/s;
- ρ = Peso específico del agua, en Kg/m³;
- ξ = Coeficiente de resistencia;

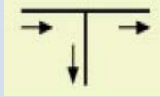
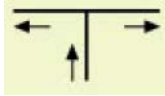
Accesorios	Coef: Res. Singular (ξ)
Manguito Unión	0,3
Reducción de dos diámetros	0,6
Reducción de tres diámetros	0,9
Codo a 90°	2
Te (separacion)	0,5
Te reducida (separación)	1,8
	
Te (contracorriente)	5
Te reducida (contracorriente)	2,2
	
Codo terminal	1,4
Llave de corte 20 mm	9,5
Llave de corte 25 mm	8,5
Llave de corte 32 mm	7,6

Tabla 3.5.4.2.2

Para los accesorios de las tuberías de acero galvanizado determinamos la longitud equivalente utilizando la siguiente tabla de relaciones L/D (longitud equivalente / diámetro interior).

Tabla de Relaciones L/D	
Accesorio	L/D
Codo a 90º	45
Curva a 90º	18
Te Paso Directo	16
Te Derivación	40

Tabla 3.5.4.2.3

$$\Delta P_{acc} = J \times L_{eq}$$

Ecuación 3.5.4.2.6

Donde:

- ΔP_{acc} = Pérdida de carga en tubería, en mbar;
- J = Pérdida de carga unitaria, en mbar/m;
- L = Longitud equivalente, en m;

3. Diferencia de cotas entre la entrada y la salida de cada tramo.

$$\Delta P_{total} = \Delta P_T + \Delta P_{acc} + \Delta h$$

Ecuación 3.5.4.2.7

Donde:

- ΔP_{total} = Pérdida de carga total, en mca;
- ΔP_T = Pérdida de carga en tubería, en mca;
- ΔP_{acc} = Pérdida de carga en los accesorios, en mca;
- Δh = Diferencia de cotas, en m;

La presión residual en cada punto de consumo se obtiene restando a la presión mínima garantizada en la acometida, las pérdidas de carga a lo largo de los tramos de tubería, válvulas y accesorios, y descontando la diferencia de cotas.

La presión máxima en cada nudo se calcula partiendo de la presión máxima esperada en la acometida y restando las correspondientes pérdidas de carga por rozamiento y diferencia de cotas.

3.5.4.3 DIMENSIONADO DE LA RED DE ACS

El dimensionado de la red de ACS se realiza del mismo modo que las red de agua fría, teniendo en cuenta que los caudales mínimo instantáneos para los aparatos de agua caliente son los que aparecen en la segunda columna de la tabla 2.1 del CTE-HS4.

3.5.4.3 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Las aguas pluviales recogidas, filtradas y almacenadas de forma adecuada, representan una forma alternativa de agua de buena calidad que permite sustituir el agua potable en determinadas aplicaciones y de esta forma contribuyen al ahorro de este recurso.

3.5.4.3.1 Funcionamiento

El agua de lluvia se recoge desde los canalones perimetrales en los tejados o a través de los sumideros sobre cubiertas planas, mediante la red de tubería se conecta al sistema de captación de agua pluvial (filtro, depósito).

En el interior del depósito de recogida de aguas pluviales se sitúa una bomba sumergida, que al producirse demanda por parte de determinados aparatos de la instalación, tales como inodoros, lavadora (el agua necesita una tratamiento previo para su utilización en algunos casos) o grifos de riego, impulsa el agua desde el propio depósito hasta los puntos de consumo citados, a través de un circuito independiente al del agua potable de la red. Destacar que en este recorrido, y para mayor seguridad del sistema, será necesario situar un filtro que permita que las aguas vertidas en el depósito de pluviales lo hagan libres de la mayor parte de residuos y partículas sólidas en suspensión.

Para la reutilización de las aguas se utilizará una válvula de 3 vías motorizada por un sistema automatizado de forma que siempre se utilicen aguas pluviales y en el caso de bajo nivel en el depósito se use el agua potable de la red, tal y como se puede ver representado en el plano. El módulo electrónico mide el nivel del depósito mediante un sensor de presión sumergido.

3.5.4.3.2 Componentes

➤ Filtro agua pluvial

Dispositivo que recibe el agua pluvial recogida por los canalones de cubierta, depurándola de residuos y partículas sólidas mediante sistemas diversos (cesta, decantación, etc.) quedando el agua a la salida del filtro libre de esta suciedad, vertiéndose finalmente al interior del depósito de recogida.

➤ Depósito aguas pluviales

El depósito tendrá una alimentación independiente desde la red pública de suministro, sin que en ningún momento puedan confluir las aguas de ambas redes (conexiones cruzadas), en cumplimiento de la Norma EN 1717. Tal alimentación no podrá entrar en contacto con el nivel máximo del depósito, por ello la captación se realizará a unos centímetros por debajo de la línea superficial del agua, a un nivel medio que no permita captar agua con residuos grasos o en flotación, ni agua con partículas sólidas precipitadas en la base del depósito, debiéndose controlar las condiciones sanitarias del agua almacenada, conduciendo el rebosadero de depósito al sistema de evacuación de aguas pluviales. El cálculo del depósito se detalla en el anexo VI, instalación de saneamiento, apartado 3.6.5.4.1.

➤ Sistema de tratamiento de agua en la cisterna

Para tratar de mantener unas condiciones sanitarias óptimas en el agua acumulada en las cisternas, en el caso de que esta deba mantenerse durante prolongados periodos de tiempo en su interior, se podrá considerar aplicar un tratamiento complementario, que como mínimo consista en una dosificación controlada de cloro y control de PH.

3.5.4.4 CÁLCULO DEL AISLAMIENTO TÉRMICO

El espesor del aislamiento de las conducciones de agua caliente se dimensiona de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

3.5.5 CARACTERÍSTICAS Y CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN.

A continuación se detallan los equipos integrantes de la instalación, así como los materiales que los componen, sus dimensiones y parámetros técnicos de cálculo.

3.5.5.1 LISTADO DE MATERIALES POR TRAMO.

AGUA FRIA SUMINISTRO GENERAL							
LOCAL	Tramo	Material	Aparato	Vel. m/s	Ø int MIN (mm)	Ø ext Comercial (mm)	Ø int (mm)
Vestuario Femenino	T 1	PPr	Lavado	3,50	6,03	16	11,4
Vestuario Femenino	T 2	PPr	Lavado	3,50	6,03	16	11,4
Vestuario Femenino	T 3	PPr		3,50	8,53	20	14,4
Vestuario Femenino	T 4	PPr	Ducha	3,50	8,53	16	11,4
Vestuario Femenino	T 5	PPr		3,50	10,14	20	14,4
Vestuario Femenino	T 6	PPr	Ducha	3,50	8,53	16	11,4
Vestuario Femenino	T 7	PPr		3,50	11,23	20	14,4
Vestuario Femenino	T 8	PPr	Ducha	3,50	8,53	16	11,4
Vestuario Femenino	T 9	PPr	5	3,50	12,06	20	14,4
Vestuario Masculino	T 10	PPr	Lavado	3,50	6,03	16	11,4
Vestuario Masculino	T 11	PPr	Lavado	3,50	6,03	16	11,4
Vestuario Masculino	T 12	PPr		3,50	8,53	20	14,4
Vestuario Masculino	T 13	PPr	Ducha	3,50	8,53	16	11,4
Vestuario Masculino	T 14	PPr		3,50	10,14	20	14,4
Vestuario Masculino	T 15	PPr	Ducha	3,50	8,53	16	11,4
Vestuario Masculino	T 16	PPr		3,50	11,23	20	14,4
Vestuario Masculino	T 17	PPr	Ducha	3,50	8,53	16	11,4
Vestuario Masculino	T 18	PPr	5	3,50	12,06	20	14,4
Pasillo	T 19	PPr	10	3,50	13,93	25	18,0
Aseos planta baja	T 20	PPr	Lavado	3,50	6,03	16	11,4
Aseos planta baja	T 21	PPr	Lavado	3,50	6,03	16	11,4
Aseos planta baja	T 22	PPr	2	3,50	8,53	20	14,4
Pasillo	T23	PPr	12	3,50	14,05	25	18,0
Aseos planta alta	T24	PPr	Lavado	3,50	6,03	16	11,4
Aseos planta alta	T25	PPr	Lavado	3,50	6,03	16	11,4
Aseos planta alta	T26	PPr	2	3,50	8,53	20	14,4
Pasillo	T27	PPr	14	3,50	14,21	25	18,0
AGUA FRIA SUMINISTRO PLUVIALES							
WC Vest. Fem. Pluv.	T28	PPr	Inodoro	3,50	6,03	16	11,4
WC Vest. Fem. Pluv.	T29	PPr	Inodoro	3,50	6,03	16	11,4

WC Vest. Fem. Pluv.	T30	PPr	2	3,50	8,53	20	14,4
WC Vest. Masc. Pluv.	T31	PPr	Inodoro	3,50	6,03	16	11,4
WC Vest. Masc. Pluv.	T32	PPr	Inodoro	3,50	6,03	16	11,4
WC Vest. Masc. Pluv.	T33	PPr	2	3,50	8,53	20	14,4
Pasillo	T34	PPr	4	3,50	9,17	20	14,0
Aseos planta baja pluv.	T35	PPr	Inodoro	3,50	6,03	16	11,4
Aseos planta baja pluv.	T36	PPr	Inodoro	3,50	6,03	16	11,4
Aseos planta baja pluv.	T37	PPr	2	3,50	8,53	20	14,4
Pasillo	T38	PPr	6	3,50	9,88	20	14,4
Aseos planta alta pluv.	T39	PPr	Inodoro	3,50	6,03	16	11,4
Aseos planta alta pluv.	T40	PPr	Inodoro	3,50	6,03	16	11,4
Aseos planta alta pluv.	T41	PPr	2	3,50	8,53	20	14,4
Acometida pluviales WC	T42-T43	PPr	8	3,50	10,49	25	18,0
Acometida agua fria	T44	PPr	22	3,50	14,91	25	18,0
ACOMETIDA GENERAL	T45	PPr	36	3,50	13,12	32	23,0

CONTRAINCENDIOS

Contra incendios	T1	Acero Galv. Tipo L1	BIE - 2 1/2"	2,00	45,83	73,0	64,0
Contra incendios	T2	Acero Galv. Tipo L1	BIE - 2 1/2"	2,00	45,83	73,0	64,0
Contra incendios	T3	Acero Galv. Tipo L1	BIE - 2 1/2"	2,00	45,83	73,0	64,0
Contra incendios	T4	Acero Galv. Tipo L1	BIE - 2 1/2"	2,00	45,83	73,0	64,0
Contra incendios	T5	Acero Galv. Tipo L1	BIE - 2 1/2"	2,00	45,83	73,0	64,0
Contra incendios	T6	Acero Galv. Tipo L1	BIE - 2 1/2"	2,00	45,83	73,0	64,0
Contra incendios	T7	Acero Galv. Tipo L1	BIE - 3"	2,00	64,82	88,9	76,0

AGUA CALIENTE SANITARIA - ACS

LOCAL	Tramo	Aparato	Material	Ø int min (mm)	Ø ext Comercial (mm)	Ø int (mm)
Vestuario Femenino	T 101	Lavado	PPr	4,86	16	11,4
Vestuario Femenino	T 102	Lavado	PPr	4,86	16	11,4
Vestuario Femenino	T 103		PPr	6,88	20	14,4
Vestuario Femenino	T 104	Ducha	PPr	6,03	16	11,4
Vestuario Femenino	T 105		PPr	7,69	20	14,4
Vestuario Femenino	T 106	Ducha	PPr	6,03	16	11,4
Vestuario Femenino	T 107		PPr	8,33	20	14,4

Vestuario Femenino	T 108	Ducha	PPr	6,03	16	11,4
Vestuario Femenino	T 109	5	PPr	8,84	20	14,4
Vestuario Masculino	T 110	Lavado	PPr	4,86	16	11,4
Vestuario Masculino	T 111	Lavado	PPr	4,86	16	11,4
Vestuario Masculino	T 112		PPr	6,88	20	14,4
Vestuario Masculino	T 113	Ducha	PPr	6,03	16	11,4
Vestuario Masculino	T 114		PPr	7,69	20	14,4
Vestuario Masculino	T 115	Ducha	PPr	6,03	16	11,4
Vestuario Masculino	T 116		PPr	8,33	20	14,4
Vestuario Masculino	T 117	Ducha	PPr	6,03	16	11,4
Vestuario Masculino	T 118	5	PPr	8,84	20	14,4
Pasillo	T 119	10	PPr	10,21	25	18,0
Aseos planta baja	T1 20	Lavado	PPr	4,86	16	11,4
Aseos planta baja	T1 21	Lavado	PPr	4,86	16	11,4
Aseos planta baja	T1 22	2	PPr	6,88	20	14,4
Pasillo	T123	12	PPr	10,42	25	18,0
Aseos planta alta	T124	Lavado	PPr	5,05	16	11,4
Aseos planta alta	T125	Lavado	PPr	5,05	16	11,4
Aseos planta alta	T126	2	PPr	6,88	20	14,4
Pasillo	T127	14	PPr	10,63	25	18,0

Tabla 3.5.5.1.1

3.5.5.2 LISTADO DE RESULTADOS EN TUBERÍAS.

AGUA FRIA SUMINISTRO GENERAL														
T	Q	C.S	Qp	V	Dext	Dint	Vfin	ΔP	L	ΔPtub	C.R.S	ΔPacc	Δh	ΔPtot
T 1	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,5	34,9	4,0	1,92	0,7	0,11
T 2	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	1,0	14,0	2,0	0,96	0,7	0,08
T 3	0,20	1,00	0,20	3,50	20	14,4	1,228	14,49	9,5	137,7	6,2	4,68	0,0	0,14
T 4	0,20	1,00	0,20	3,50	16	11,4	1,959	47,70	2,0	95,4	2,0	3,84	1,0	0,20
T 5	0,40	0,71	0,28	3,50	20	14,4	1,737	29,86	2,0	59,7	2,2	3,32	0,0	0,06
T 6	0,20	1,00	0,20	3,50	16	11,4	1,959	47,70	2,0	95,4	2,0	3,84	1,0	0,20
T 7	0,60	0,58	0,35	3,50	20	14,4	2,127	36,11	2,0	72,2	2,2	4,98	0,0	0,08
T 8	0,20	1,00	0,20	3,50	16	11,4	1,959	47,70	2,0	95,4	2,0	3,84	1,0	0,20
T 9	0,80	0,50	0,40	3,50	20	14,4	2,456	54,11	8,5	459,9	4,2	12,67	0,0	0,47

T 10	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,5	34,9	4,0	1,92	0,7	0,11
T 11	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	1,0	14,0	2,0	0,96	0,7	0,08
T 12	0,20	1,00	0,20	3,50	20	14,4	1,228	14,49	12,5	181,1	6,2	4,68	0,0	0,19
T 13	0,20	1,00	0,20	3,50	16	11,4	1,959	47,70	2,0	95,4	2,0	3,84	1,0	0,20
T 14	0,40	0,71	0,28	3,50	20	14,4	1,737	29,86	2,0	59,7	2,2	3,32	0,0	0,06
T 15	0,20	1,00	0,20	3,50	16	11,4	1,959	47,70	2,0	95,4	2,0	3,84	1,0	0,20
T 16	0,60	0,58	0,35	3,50	20	14,4	2,127	36,11	2,0	72,2	2,2	4,98	0,0	0,08
T 17	0,20	1,00	0,20	3,50	16	11,4	1,959	47,70	2,0	95,4	2,0	3,84	1,0	0,20
T 18	0,80	0,50	0,40	3,50	20	14,4	2,456	54,11	2,5	135,3	2,2	6,64	0,0	0,14

T 19	1,60	0,33	0,53	3,50	25	18,0	2,096	27,04	2,0	54,1	2,2	4,83	0,0	0,06
------	------	------	------	------	----	------	-------	-------	-----	------	-----	------	-----	------

T 20	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	3,5	48,8	4,0	1,92	0,7	0,12
T 21	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,96	0,7	0,10
T 22	0,20	1,00	0,20	3,50	20	14,4	1,228	14,49	4,0	58,0	2,2	1,66	0,0	0,06

T23	1,80	0,30	0,54	3,50	25	18,0	2,133	27,04	3,5	94,6	2,2	5,00	0,0	0,10
-----	------	------	------	------	----	------	-------	-------	-----	------	-----	------	-----	------

T24	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,5	34,9	4,0	1,92	0,7	0,11
T25	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,96	0,7	0,10
T26	0,20	1,00	0,20	3,50	20	14,4	1,228	14,49	14,0	202,9	6,2	4,68	4,4	0,65

T27	2,00	0,28	0,55	3,50	25	18,0	2,180	27,04	3,5	94,6	2,2	5,23	0,0	0,10
-----	------	------	------	------	----	------	-------	-------	-----	------	-----	------	-----	------

AGUA FRIA SUMINISTRO PLUVIALES

T28	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	3,5	48,8	4,0	1,92	0,5	0,10
T29	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,96	0,5	0,08
T30	0,20	1,00	0,20	3,50	20	14,4	1,228	14,49	16,0	231,8	2,2	1,66	0,0	0,23
T31	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	3,5	48,8	4,0	1,92	0,5	0,10
T32	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,96	0,5	0,08
T33	0,20	1,00	0,20	3,50	20	14,4	1,228	14,49	5,0	72,5	2,2	1,66	0,0	0,07

T34	0,40	0,58	0,23	3,50	20	14,0	1,500	24,18	0,8	18,1	2,2	2,48	2,0	0,22
-----	------	------	------	------	----	------	-------	-------	-----	------	-----	------	-----	------

T35	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	3,5	48,8	4,0	1,92	0,5	0,10
T36	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,96	0,5	0,08
T37	0,20	1,00	0,20	3,50	20	14,4	1,228	14,49	5,0	72,5	2,2	1,66	0,0	0,07

T38	0,60	0,45	0,27	3,50	20	14,4	1,648	24,18	3,2	77,4	2,2	2,99	0,0	0,08
-----	------	------	------	------	----	------	-------	-------	-----	------	-----	------	-----	------

T39	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	3,5	48,8	4,0	1,92	0,5	0,10
T40	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,96	0,5	0,08
T41	0,20	1,00	0,20	3,50	20	14,4	1,228	14,49	16,0	231,8	6,2	4,68	4,0	0,64

T42/3	0,80	0,38	0,30	3,50	25	18,0	1,188	10,82	16,0	173,1	6,4	4,52	0,0	0,18
-------	------	------	------	------	----	------	-------	-------	------	-------	-----	------	-----	------

T44	2,8	0,22	0,61	3,50	25	18,0	2,401	40,57	3,0	121,7	2,2	6,34	0,0	0,13
-----	-----	------	------	------	----	------	-------	-------	-----	-------	-----	------	-----	------

T45	2,8	0,17	0,47	3,50	32	23,0	1,139	7,93	20,0	158,6	4,2	2,73	0,0	0,16
-----	-----	------	------	------	----	------	-------	------	------	-------	-----	------	-----	------

CONTRAINCENDIOS

T1	3,3	1,00	3,30	2,00	73,0	64,0	1,026	0,0005	44,0	2,5	1,0	1,02	0,10
T2	3,3	1,00	3,30	2,00	73,0	64,0	1,026	0,0005	22,0	2,0	1,0	1,01	0,10
T3	3,3	1,00	3,30	2,00	73,0	64,0	1,026	0,0003	8,0	1,0	1,0	1,00	0,10
T4	3,3	1,00	3,30	2,00	73,0	64,0	1,026	0,0005	8,0	1,2	1,0	1,00	0,10
T5	3,3	1,00	3,30	2,00	73,0	64,0	1,026	0,0005	10,0	2,0	3,0	3,01	0,30
T6	3,3	1,00	3,30	2,00	73,0	64,0	1,026	0,0005	8,0	1,0	1,0	1,00	0,10
T7	6,6	1,00	6,60	2,00	88,9	76,0	1,455	0,0006	12,0	1,4	1,0	1,01	0,10

AGUA CALIENTE SANITARIA - ACS

T	Q	C.S	Qp	V	Dext	Dint	Vfin	ΔP	L	ΔPtub	C.R.S	ΔPacc	Δh	ΔPtot
T 101	0,07	1,00	0,07	3,50	16	11,4	0,637	5,76	2,5	14,4	4,0	0,811	0,7	0,085
T 102	0,07	1,00	0,07	3,50	16	11,4	0,637	5,76	1,0	5,8	2,0	0,406	0,7	0,076
T 103	0,13	1,00	0,13	3,50	20	14,4	0,798	7,11	9,5	67,5	6,2	1,975	0,0	0,070
T 104	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,960	1,0	0,129
T 105	0,23	0,71	0,16	3,50	20	14,4	0,999	10,51	2,0	21,0	2,2	1,097	0,0	0,022
T 106	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,960	1,0	0,129
T 107	0,33	0,58	0,19	3,50	20	14,4	1,170	14,49	2,0	29,0	2,2	1,505	0,0	0,030
T 108	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,960	1,0	0,129
T 109	0,43	0,50	0,22	3,50	20	14,4	1,320	19,05	8,5	161,9	4,2	3,660	0,0	0,166

T 110	0,07	1,00	0,07	3,50	16	11,4	0,637	5,76	2,5	14,4	4,0	0,811	0,7	0,085
T 111	0,07	1,00	0,07	3,50	16	11,4	0,637	5,76	1,0	5,8	2,0	0,406	0,7	0,076
T 112	0,13	1,00	0,13	3,50	20	14,4	0,798	7,11	12,5	88,9	6,2	1,975	0,0	0,091
T 113	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,960	1,0	0,129
T 114	0,23	0,71	0,16	3,50	20	14,4	0,999	10,51	2,0	21,0	2,2	1,097	0,0	0,022
T 115	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,960	1,0	0,129
T 116	0,33	0,58	0,19	3,50	20	14,4	1,170	14,49	2,0	29,0	2,2	1,505	0,0	0,030
T 117	0,10	1,00	0,10	3,50	16	11,4	0,980	13,95	2,0	27,9	2,0	0,960	1,0	0,129
T 118	0,43	0,50	0,22	3,50	20	14,4	1,320	19,05	2,5	47,6	2,2	1,917	0,0	0,050

T 119	0,86	0,33	0,29	3,50	25	18,0	1,127	10,82	2,0	21,6	2,2	1,396	0,0	0,023
-------	------	------	------	------	----	------	-------	-------	-----	------	-----	-------	-----	-------

T1 20	0,07	1,00	0,07	3,50	16	11,4	0,637	5,76	3,5	20,2	4,0	0,811	0,7	0,091
T1 21	0,07	1,00	0,07	3,50	16	11,4	0,637	5,76	2,0	11,5	2,0	0,406	0,7	0,082
T1 22	0,13	1,00	0,13	3,50	20	14,4	0,798	7,11	4,0	28,4	2,2	0,701	0,0	0,029
T123	0,99	0,30	0,30	3,50	25	18,0	1,173	10,82	3,5	37,9	2,2	1,514	0,0	0,039
T124	0,07	1,00	0,07	3,50	16	11,4	0,686	5,76	2,5	14,4	4,0	0,941	0,7	0,085
T125	0,07	1,00	0,07	3,50	16	11,4	0,686	5,76	2,0	11,5	2,0	0,470	0,7	0,082
T126	0,13	1,00	0,13	3,50	20	14,4	0,798	7,11	14,0	99,5	6,2	1,975	4,4	0,542
T127	1,12	0,28	0,31	3,50	25	18,0	1,221	10,82	3,5	37,9	2,2	1,639	0,0	0,040

Tabla 3.5.5.2.1

Donde:

T – Tramo;

Q – Caudal en dm^3/s ;

$C.S$ – Coeficiente de simultaneidad;

Q_p – Caudal en punta;

V – Velocidad en m/s ;

D_{ext} – Diametro exterior comercial, en m ;

D_{int} – Diametro interior en m ;

V_{fin} – Velocidad final en m/s ;

ΔP – Perdida de carga en $mBar/m$;

L – Longitud de tubería en m ;

ΔP_{tub} – Perdida de carga en tubería, en $mBar$;

$C.R.S$ – Coeficiente Resistencia Singular;

ΔP_{acc} – Perdida de carga en accesorios; en $mBar$;

Δh – Diferencias de cotas, en m ;

ΔP_{tot} – Perdidas totales en bar .



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXO VI: INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

ÍNDICE

3.6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	3
3.6.1. OBJETO DEL ANEXO.....	3
3.6.2 NORMATIVA	3
3.6.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.	3
3.6.4 MÉTODOS DE CÁLCULO.....	4
3.6.4.1 Flujo en las conducciones horizontales.....	4
3.6.4.2 Flujo en las conducciones verticales	5
3.6.5 CÁLCULO Y DIMENSIONADO	6
3.6.5.1 Dimensionado de la red de evacuación de aguas fecales	6
3.6.5.1.1 Derivaciones individuales.	6
3.6.5.1.2 Botes sifónicos o sifones individuales.....	7
3.6.5.1.3 Ramales colectores.	7
3.6.5.1.4 Bajantes de aguas residuales.....	7
3.6.5.1.5 Colectores horizontales de aguas residuales.....	8
3.6.5.2 Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales	8
3.6.5.2.1 Canalones.	9
3.6.5.2.2 Bajantes de aguas pluviales.	10
3.6.5.2.3 Colectores de aguas pluviales.	10
3.6.5.3 Dimensionado de Arquetas	11
3.6.5.4 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	11
3.6.5.4.1 Depósito de pluviales	12
3.6.6 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	14

3.6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

3.6.1. OBJETO DEL ANEXO.

El objeto del presente proyecto de instalaciones de red de saneamiento, tanto de aguas pluviales como residuales, es el de fijar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los organismos competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización obtener la puesta en servicio.

3.6.2 NORMATIVA

La instalación (nave para taller mecánico) cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS5 Evacuación de aguas, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en el B.O.E. de fecha 28 de marzo de 2006 y posteriores modificaciones.

3.6.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.

Los parámetros considerados para la elaboración del presente proyecto son:

✓ Tipo de uso del edificio:	Privado
✓ Situación Pluviométrica:	Zona A Isoyeta: 30,00 mm/h
✓ Periodo de Retorno:	10,00
✓ Duración de la Lluvia:	10,00
✓ Intensidad de la Lluvia:	92,00
✓ Distancia máxima entre inodoro y bajante:	3,00
✓ Distancia máxima entre bote sifónico y bajante:	1,50
✓ Diámetro mínimo en derivaciones:	32,00
✓ Diámetro mínimo en bajantes sin inodoro:	100,00
✓ Diámetro mínimo en bajantes con inodoro:	50,00

- ✓ Diámetro mínimo en colectores sin inodoro: 100,00
- ✓ Diámetro mínimo en colectores sin inodoro: 50,00
- ✓ Diámetro mínimo en canalones semicirculares: 100,00

3.6.4 MÉTODOS DE CÁLCULO.

3.6.4.1 FLUJO EN LAS CONDUCCIONES HORIZONTALES

El flujo en las tuberías horizontales de desagüe depende de la fuerza de gravedad que es inducida por la pendiente de la tubería y la altura del agua en la misma.

La formulación del flujo por gravedad, en condiciones estacionarias, la podemos tener mediante la ecuación de Manning:

$$V = 10^{-3} \cdot \frac{R^{2/3} \cdot J^{1/2}}{n}$$

Ecuación 3.6.4.1.1

Donde:

V: Velocidad del flujo, en m/s

R: Profundidad hidráulica media o radio hidráulico, en mm.

J: Pendiente de la tubería en % (ó cm/m).

n: Coeficiente de Manning.

Si tenemos en cuenta que el caudal es igual a:

$$Q = S \cdot V$$

Ecuación 3.6.4.1.2

Donde:

S: Superficie transversal del flujo de agua en m².

Q: Caudal volumétrico en m³/s.

Al combinar las dos ecuaciones anteriores, tendremos:

$$Q = 10^{-3} \cdot \frac{S}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

Ecuación 3.6.4.1.3

3.6.4.2 FLUJO EN LAS CONDUCCIONES VERTICALES

El flujo de agua en conducciones verticales depende esencialmente del caudal. A la entrada de un ramal en la columna, el agua es acelerada por la fuerza de gravedad y, rápidamente, forma una lámina alrededor de la superficie interna de la columna. Esta corona circular de agua y el alma de aire en su interior continúan acelerándose hasta que las pérdidas por rozamiento contra la pared igualan la fuerza de gravedad. Desde este momento, la velocidad de caída queda prácticamente constante.

De esta forma, podemos definir la velocidad terminal y la distancia del punto de entrada de agua a la cual se alcanza dicha velocidad de la siguiente forma:

$$V_T = 10 \cdot \left(\frac{Q}{D} \right)^{0.4}$$

Ecuación 3.6.4.2.1

$$L_T = 0.17 \cdot V_T^2$$

Ecuación 3.6.4.2.2

Donde:

VT: es la velocidad terminal en m/s.

LT: es la distancia terminal en m.

Q: es el caudal en Lits/sg.

D: es el diámetro interior en mm.

El caudal de agua puede expresarse en función del diámetro de la tubería “D” y de la relación “r” entre la superficie transversal de la lámina de agua y la superficie transversal de la tubería mediante la expresión:

$$Q = 3.15 \cdot 10^{-4} \cdot r^{5/3} \cdot D^{8/3}$$

Ecuación 3.6.4.2.3

3.6.5 CÁLCULO Y DIMENSIONADO

Se aplicará un proceso de cálculo para un sistema separativo, es decir, se dimensionará la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente, para finalmente, mediante las oportunas conversiones, dimensionar un sistema mixto.

Se utilizará el método de adjudicación de un número de unidades de desagüe (UD) a cada aparato sanitario y se considerará la aplicación del criterio de simultaneidad estimando el que su uso sea público o privado.

Para realizar el cálculo y dimensionado de la red de evacuación de aguas residuales y pluviales hemos usado los anexos correspondientes del CTE, que utiliza el método descrito anteriormente.

3.6.5.1 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS FECALES

3.6.5.1.1 Derivaciones individuales.

La adjudicación de UD's a cada tipo de aparato y los diámetros mínimos se establecen en función del uso privado o público según la tabla 4.1 del CTE-HS5.

Tipo de Aparato Sanitario		Unidades de Desagüe UD		Diámetro Mínimo Sifón y Derivación	
		Uso Privado	Uso Público	Uso Privado	Uso
Lavabo		1	2	32	40
Bidé		2	3	32	40
Ducha		2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)		3	4	40	50
Inodoro	Cisterna	4	5	100	100
	Fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En Batería	-	3,50	-	-
Fregadero	Cocina	3	6	40	50
	Laboratorio / Restaurante	-	2	-	40
Lavadero		3	-	40	-
Vertedero		-	8	-	100
Fuente para Beber		-	0,50	-	25
Sumidero Sifónico		1	3	40	50
Lavavajillas		3	6	40	50
Lavadora		3	6	40	50
Cuarto de Baño	Inodoro (Cisterna)	7	-	100	-
	Inodoro (Fluxómetro)	8	-	100	-
Cuarto de Aseo	Inodoro (Cisterna)	6	-	100	-
	Inodoro (Fluxómetro)	8	-	100	-

Tabla 3.6.5.1.1

3.6.5.1.2 Botes sifónicos o sifones individuales.

Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. El dimensionamiento de referencia será en función del HS5 3.3.1.2.

Los botes sifónicos se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura. La pendiente escogida será del 3 o 4% (según necesidad).

3.6.5.1.3 Ramales colectores.

Se utilizará la tabla siguiente para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds		
	1 %	Pendiente 2 %	4 %
32	--	1	1
40	--	2	3
50	--	6	8
63	--	11	14
75	--	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

Tabla 3.6.5.1.3.1

3.6.5.1.4 Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla siguiente en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UDs y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds, para una altura de bajante de:		Máximo número de Uds, en cada ramal para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	1120	400	160
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Tabla 3.6.5.1.4.1

3.6.5.1.5 Colectores horizontales de aguas residuales

Mediante la utilización de la tabla siguiente, obtenemos el diámetro en función del máximo número de UD's y de la pendiente.

Diámetro mm.	Máximo número de Uds		
	1 %	Pendiente 2 %	4 %
50	--	20	25
63	--	24	29
75	--	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3500	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Tabla 3.6.5.1.5.1

3.6.5.2 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

El dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales se establecerá en función de los valores de intensidad, duración y frecuencia de la lluvia del mapa de intensidad pluviométrica.

Este último se muestra a continuación:

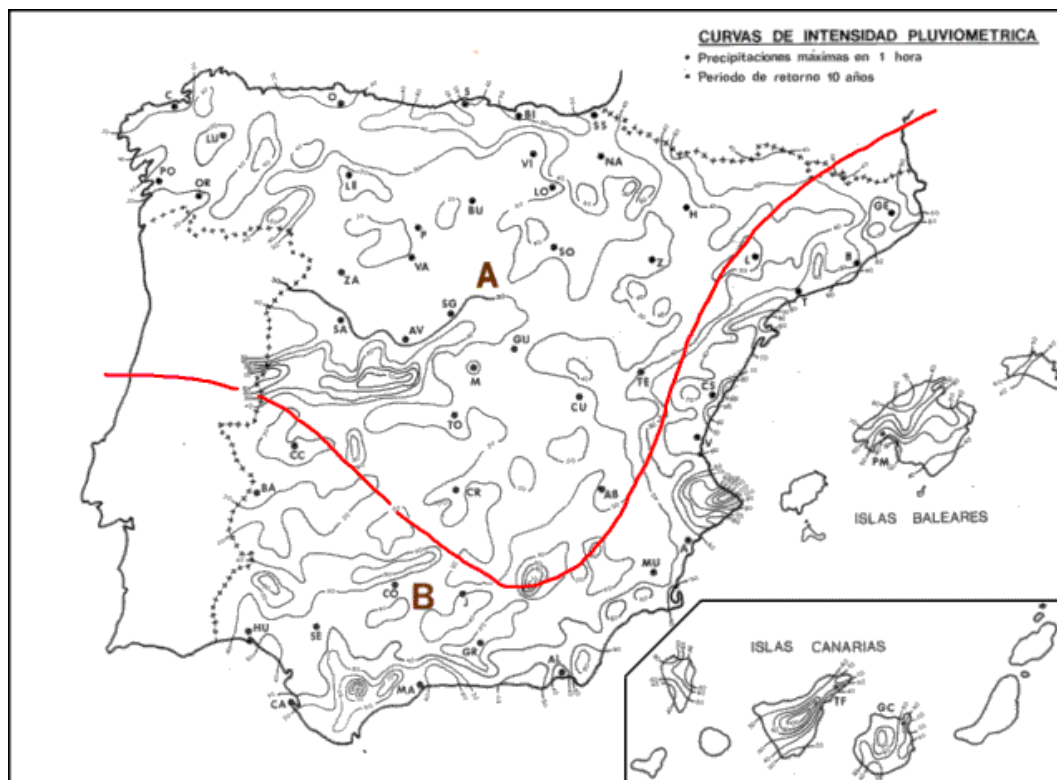


Figura 3.6.5.2.1

3.6.5.2.1 Canales.

El caudal máximo admisible de los canales de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular, en función del diámetro y de la pendiente, viene determinado en la tabla siguiente:

Diámetro nominal del canalón (mm.)	Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m ² (Im=100mm/h)			Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m ² (Im=92,00mm/h)		
	1%	Pendiente 2%	4%	1%	Pendiente 2%	4%
100	45	65	95	48,91	70,65	103,26
125	80	115	165	86,96	125,00	179,35
150	125	175	255	135,87	190,22	277,17
200	260	370	520	282,61	402,17	565,22
250	475	670	930	516,30	728,26	1.010,87

Tabla 3.6.5.2.1.1

Si la sección adoptada para el canalón no fuese semicircular, la sección cuadrangular equivalente debe ser un 10 % superior a la obtenida como sección semicircular.

3.6.5.2.2 Bajantes de aguas pluviales.

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtendrá de la tabla siguiente:

Diámetro nominal bajante (mm)	Superficie en proyección horizontal servida, m ² (Im = 100mm/h)	Superficie en proyección horizontal servida, m ² (Im = 92,00mm/h)
50	65	70,65
63	113	122,83
75	177	192,39
90	318	345,65
110	580	630,43
125	805	875,00
160	1544	1.678,26
200	2700	2.934,78

Tabla 3.6.5.2.2.1

3.6.5.2.3 Colectores de aguas pluviales.

Se utilizará la tabla siguiente que relaciona la superficie máxima proyectada admisible con el diámetro y la pendiente del colector.

Diámetro nominal del colector (mm.)	Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m ² (Im=100mm/h)			Max. Superficie de cubierta en proyección horizontal m ² (Im=92,00mm/h)		
	1%	Pendiente 2%	4%	1%	Pendiente e 2%	4%
90	125	178	253	135,87	193,48	275,00
110	229	323	458	248,91	351,09	497,83
125	310	440	620	336,96	478,26	673,91
160	614	862	1228	667,39	936,96	1.334,78
200	1070	1510	2140	1.163,04	1.641,30	2.326,09
250	1920	2710	3850	2.086,96	2.945,65	4.184,78
315	3090	4589	6500	3.358,70	4.988,04	7.065,22

Tabla 3.6.5.2.3.1

3.6.5.3 DIMENSIONADO DE ARQUETAS

En la tabla siguiente se dan las dimensiones mínimas necesarias (Longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta según el diámetro del colector de salida de ésta.

Descripción	Diámetro del colector de salida (mm)	Largo (m)	Ancho (m)
40x40	100,00	0,40	0,40
50x50	150,00	0,50	0,50
60x60	200,00	0,60	0,60
60x70	250,00	0,60	0,70
70x70	300,00	0,70	0,70
70x80	350,00	0,70	0,80
80x80	400,00	0,80	0,80
80x90	450,00	0,80	0,90
90x90	500,00	0,90	0,90

Tabla 3.6.5.3.1

3.6.5.4 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Cuando hablamos de la hidrología sostenible de un proyecto, la primera medida es el almacenamiento de agua de lluvia. Ya sea porque tenemos una larga relación histórica con este tipo de técnicas, o ya sea porque todos vemos cuando llueve como esa gran cantidad de agua no se aprovecha.

Las aguas pluviales recogidas, filtradas y almacenadas de forma adecuada, representan una forma alternativa de disponer de agua de buena calidad que permite sustituir el agua potable en determinadas aplicaciones, y de esta forma contribuir al ahorro de este recurso. En nuestro caso se utilizaran para las cisternas de los desagües.

El agua de lluvia se recoge desde los canalones perimetrales en los tejados o a través de los sumideros sobre cubiertas planas, mediante la red de tubería se conecta al sistema de captación de agua pluvial (filtro, depósito). En el interior del depósito de recogida de aguas pluviales se sitúa una bomba sumergida, que al producirse demanda por parte de determinados aparatos de la instalación, impulsa el agua desde el propio depósito hasta los puntos de consumo en el taller mecánico, a través de un

circuito independiente al de agua potable de la red, como se puede observar en los planos. Destacar que en este recorrido, y para mayor seguridad del sistema, será necesario situar un filtro que permita que las aguas vertidas en el depósito de pluviales lo hagan libres de la mayor parte de residuos y partículas s´ olidas en suspensión. Para ello esta instalación necesitará como mínimo de los siguientes componentes, aparte de una bomba de 800W.

➤ Filtro de agua pluvial. Dispositivo que recibe el agua pluvial recogida por los canalones de cubierta, depurándola de residuos y partículas sólidas mediante sistemas diversos (cesta, decantación, etc.) quedando el agua a la salida del filtro libre de esta suciedad, vertiéndose finalmente al interior del depósito de recogida.

➤ Depósito de aguas pluviales. El depósito tendrá una alimentación independiente desde la red pública de suministro, sin que en ningún momento puedan confluir las aguas de ambas redes (conexiones cruzadas), en cumplimiento de la Norma EN 1717.

Tal alimentación no podrá entrar en contacto con el nivel máximo del depósito, por ello la captación se realizará a unos centímetros por debajo de la línea superficial del agua, a un nivel medio que no permita captar agua con residuos grasos o en flotación, ni agua con partículas sólidas precipitadas en la base del depósito, debiéndose controlar las condiciones sanitarias del agua almacenada, conduciendo el rebosadero de depósito al sistema de evacuación de aguas pluviales.

3.6.5.4.1 Depósito de pluviales

Con una superficie de recogida de cubiertas de 1.250 m² tenemos un volumen medio potencial de 37,5 m³ por hora, 328.500 m³ al año. Es un volumen bastante grande, pero debido a la irregularidad interanual de las lluvias, para poder tener un buen porcentaje de aprovechamiento de esa agua es necesaria una alta capacidad de almacenamiento.

Si decidimos recoger agua de lluvia para reducir nuestro consumo de la red y queremos saber cuál es el tamaño ideal para nuestro proyecto utilizaremos el siguiente método.

Se recogen los datos históricos de lluvia, de evapotranspiración (consumo de las plantas) y los consumos domésticos y hacemos un balance diario de agua a lo largo un periodo largo de tiempo. Esto consiste en contabilizar el agua que entra al depósito un día (lluvia) y el agua que sale (consumo), con esto vamos calculando cuánta agua tiene el depósito al final del día. Hacemos lo mismo en los sucesivos días siguientes.

Con eso se puede obtener datos como el ahorro total a lo largo del tiempo, modificar datos como la superficie de recogida fácilmente, hacer simulaciones con múltiples tamaños de depósito para compararlos y ver muy gráficamente cómo se comportará a lo largo del tiempo.

Dicha aproximación se lleva a cabo con la siguiente fórmula:

$$V_{dep} = \frac{v_{rec} \cdot Dem}{2} \cdot \frac{D}{365}$$

Ecuación 3.6.5.4.1.1

Donde:

Vdep: Volumen del depósito en litros.

Vrec: Volumen a recoger en litros.

Dem: Demanda de agua en litros.

D: 30 días de periodo de reserva.

En este trabajo se ha optado por un depósito de pluviales enterrado de capacidad de 20.000 litros, 2.400 mm de diámetro y 4.600 mm de altura, en el que se recogen las aguas del tejado que bajan por los canalones para el aprovechamiento de aguas residuales de los inodoros.

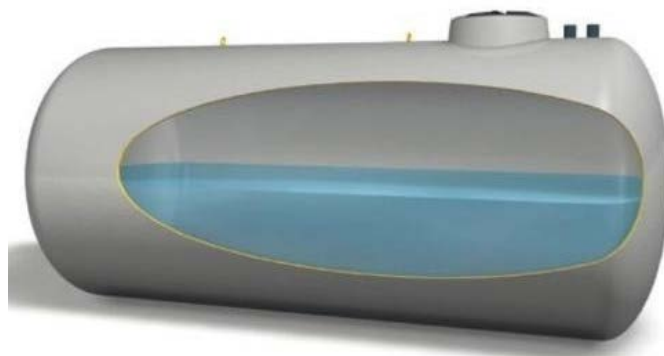


Figura 3.6.5.4.1.1 – Ejemplo de depósito de recogida de aguas pluviales.

3.6.6 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

A continuación se muestran los resultados finales de la instalación por tramos, incluyendo ubicación, diámetro nominal de cada tramo y conexión de los mismos.

Tramo	Descripción	DN (mm)	Conexión (mm)
T1	Alcantarillado a pozo de registro	250	T21 - Aguas residuales
T2	Ramal de pluviales	200	Arqueta paso 1 600x600 Deposito pluviales
T3	Ramal de pluviales	200	Arqueta paso 2 600x600
T4	Ramal de pluviales	200	Arqueta paso 3 600x600
T5	Ramal de pluviales	200	Arqueta paso 4 600x600 T6
T6	Ramal de pluviales	110	Arqueta pie bajante 1 400x400 Bajante 1 DN90
T7	Ramal de pluviales	160	Arqueta paso 5 500x500 T8
T8	Ramal de pluviales	110	Arqueta pie bajante 2 400x400 Bajante 2 DN90
T9	Ramal de pluviales	125	Arqueta paso 6 500x500 T10
T10	Ramal de pluviales	110	Arqueta pie bajante 3 400x400 Bajante 3 DN90
T11	Ramal de pluviales	110	Arqueta paso 7 500x500 T12
T12	Ramal de pluviales	110	Arqueta pie bajante 4 400x400 Bajante 4 DN90
T13	Ramal de pluviales	200	Deposito pluviales Arqueta paso 9 600x600 T14
T14	Ramal de pluviales	110	Arqueta pie bajante 5 400x400 Bajante 5 DN90
T15	Ramal de pluviales	160	Arqueta paso 10 500x500 T16
T16	Ramal de pluviales	110	Arqueta pie bajante 6 400x400 Bajante 6 DN90
T17	Ramal de pluviales	125	Arqueta paso 11 500x500 T18
T18	Ramal de pluviales	110	Arqueta pie bajante 7 400x400 Bajante 7 DN90

T19	Ramal de pluviales	110	Arqueta paso 12 500x500 T20
T20	Ramal de pluviales	110	Arqueta pie bajante 8 400x400 Bajante 8 DN90
T21	Ramal de residuales	110	Arqueta paso 13 500x500 T22
T22	Ramal de residuales	110	Arqueta pie bajante 9 400x400 Bajante 9 DN90
T23	Ramal de residuales Aseos P.A.	110	T24 - T25
T24	Ramal de residuales Aseos P.A.	110	Inodoro
T25	Ramal de residuales Aseos P.A.	110	T26 - T27
T26	Ramal de residuales Aseos P.A.	110	Inodoro
T27	Ramal de residuales Aseos P.A.	50	Bote sifónico 1 DN110 T28 - T29
T28	Ramal de residuales Aseos P.A.	40	Lavabo
T29	Ramal de residuales Aseos P.A.	40	Lavabo
T30	Ramal de residuales	110	Arqueta paso 14 500x500 T31
T31	Ramal de residuales Aseos P.B.	110	T32 - T33
T32	Ramal de residuales Aseos P.B.	110	Inodoro
T33	Ramal de residuales Aseos P.B.	110	T34 - T35
T34	Ramal de residuales Aseos P.B.	110	Inodoro
T35	Ramal de residuales Aseos P.B.	50	Bote sifónico 2 DN110 T36 - T37
T36	Ramal de residuales Aseos P.B.	40	Lavabo
T37	Ramal de residuales Aseos P.B.	40	Lavabo
T38	Ramal de residuales	110	Arqueta paso 15 500x500 T39
T39	Ramal de residuales Vestuario masculino	110	T40 - T41
T40	Ramal de residuales Vestuario masculino	110	Inodoro
T41	Ramal de residuales Vestuario masculino	110	T42 – 43
T42	Ramal de residuales Vestuario masculino	110	Inodoro
T43	Ramal de residuales Vestuario masculino	50	T44 – 47

T44	Ramal de residuales Vestuario masculino	50	Bote sifónico 3 DN110 T45 - T46
T45	Ramal de residuales Vestuario masculino	40	Lavabo
T46	Ramal de residuales Vestuario masculino	40	Lavabo
T47	Ramal de residuales Vestuario masculino	50	T48 - T52
T48	Ramal de residuales Vestuario masculino	50	Bote sifónico 4 DN110 T49 - T50 - T51
T49	Ramal de residuales Vestuario masculino	40	Ducha
T50	Ramal de residuales Vestuario masculino	40	Ducha
T51	Ramal de residuales Vestuario masculino	40	Ducha
T52	Ramal de residuales Vestuario masculino	40	Urinario
T53	Ramal de residuales	110	Arqueta paso 16 500x500 T54
T54	Ramal de residuales Vestuario femenino	110	T55 - T56
T55	Ramal de residuales Vestuario femenino	110	Inodoro
T56	Ramal de residuales Vestuario femenino	110	T57 – 58
T57	Ramal de residuales Vestuario femenino	110	Inodoro
T58	Ramal de residuales Vestuario femenino	50	Bote sifónico 5 DN110 T59-T60-T61-T62-T63
T59	Ramal de residuales Vestuario femenino	40	Ducha
T60	Ramal de residuales Vestuario femenino	40	Ducha
T61	Ramal de residuales Vestuario femenino	40	Ducha
T62	Ramal de residuales Vestuario femenino	40	Lavabo
T63	Ramal de residuales Vestuario femenino	40	Lavabo

Tabla 3.6.6 – Resultados finales de la instalación de saneamiento y evacuación



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXO VII: INSTALACIÓN DE ACS SOLAR TÉRMICA

ÍNDICE

3.7 INSTALACIÓN DE ACS SOLAR TÉRMICA	4
3.7.1 OBJETO DEL ANEXO	4
3.7.2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN	4
3.7.2.1 Planteamiento del proyecto	4
3.7.2.2 Procedimiento de verificación	5
3.7.2.3 Demanda de energía térmica. Datos de partida	6
3.7.2.3.1 Condiciones climáticas	7
3.7.2.3.2 Zonas climáticas definidas en el CTE	8
3.7.2.3.3 Contribución solar mínima	9
3.7.2.3.4 Cálculo de la demanda energética	11
3.7.2.3.4.1 Cálculo de la DE de la instalación objeto del proyecto	14
3.7.2.4 Cálculo del campo de captadores	16
3.7.2.4.1 Predimensionado del campo de captadores	17
3.7.2.4.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart	17
3.7.2.4.2.1 Cálculo de la radiación solar mensual incidente	19
3.7.2.4.2.1.1 Pérdidas por orientación e inclinación	21
3.7.2.4.2.1.2 Pérdidas por sombras	22
3.7.2.4.2.2 Cálculo del parámetro D_1	23
3.7.2.4.2.3 Cálculo del parámetro D_2	24
3.7.2.4.2.4 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar	26
3.7.2.4.2.5 Fracción solar anual F	26
3.7.2.5 Sistema de acumulación solar	31
3.7.2.6 Sistema de intercambio	32
3.7.2.7 Circuito hidráulico	33
3.7.2.7.1 Circuito hidráulico primario	35
3.7.3 INSTALACIÓN OBJETO DEL PROYECTO	43
3.7.3.1 Colectores solares	43
3.7.3.2 Tuberías	44
3.7.3.3 Bomba	46
3.7.3.4 Vaso de expansión	47
3.7.3.5 Purgas de aire	50

3.7.3.6 Válvula de seguridad.....	51
3.7.3.7 Circuito hidráulico secundario	51
3.7.3.8 Circuito hidráulico de distribución de A.C.S.....	52
3.7.3.7 Sistema de energía convencional auxiliar	53
3.7.3.10 Sistema de control	53
3.7.3.11 Configuración con acumulación solar centralizada.....	55
3.7.3.12 Sistema de medida	56

3.7 INSTALACIÓN DE ACS SOLAR TÉRMICA

3.7.1 OBJETO DEL ANEXO

En la nave para taller mecánico objeto del proyecto, habrá un consumo de agua caliente sanitaria en el uso de las 6 duchas y 8 lavabos existentes. Para hacer frente a dicha demanda es necesario realizar una instalación energética eficiente que compense los consumos previstos de agua caliente. En nuestro caso instalaremos un sistema combinado de caldera de gasoil con paneles solares tal y como exige el Código Técnico de la edificación en su documento básico HE sección 4.

3.7.2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

3.7.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

El proyecto de una instalación solar térmica para agua caliente sanitaria constituye un desarrollo del proyecto general del edificio en el que está incluida. Por consiguiente, las decisiones generales del proyecto de arquitectura condicionan la disposición de la instalación, y viceversa, lo que constituye el proceso habitual de proyectar, que es esencialmente iterativo.

Para apreciar los condicionantes inevitables en el edificio que se proyecta, hay que considerar las particularidades de este tipo de instalaciones. Para ello se parte del análisis de los subsistemas básicos de una instalación solar, que son:

- Subsistema de captación.
- Subsistema de intercambio y acumulación.
- Subsistema de energía convencional auxiliar.

La primera consideración se trata de elementos voluminosos, de nueva exigencia obligatoria, excepto en el caso del subsistema de energía convencional auxiliar, y con gran impacto visual en el caso de los captadores.

El campo de captadores tiene la dificultad añadida de unos límites bastante estrictos respecto a orientaciones y colocación, a lo que se suman condiciones estéticas en muchas ordenanzas, por lo que es previsible que se convierta en el condicionante principal para el diseño de las cubiertas. En edificios de gran altura es posible que no se disponga de suficiente superficie en la cubierta para situar los captadores, lo que puede obligar a elegir, si tampoco existe parcela libre para ello, soluciones de alta tecnología o singulares como su integración arquitectónica, alternativa prevista en el apartado 2.1, de la Sección HE4, y que probablemente tenga un gran desarrollo en los próximos años, aunque su propia condición de incorporación al edificio puedan dificultar la renovación en el futuro.

El volumen de acumulación constituye el segundo gran condicionante. Es previsible que las ordenanzas municipales impidan su ubicación en las propias cubiertas, por impacto visual, y los cuartos para alojar tales depósitos tienen considerables dimensiones. Si se centraliza la energía convencional de apoyo, habría que prever un cuarto de calderas adecuado, así como las ventilaciones necesarias.

La combinación de diferentes tipos de acumulación con distintas formas de energía convencional auxiliar ha sido ya estudiada en el apartado de esquemas, pudiendo apreciarse con su comparación lo que cambia el proyecto del edificio según las decisiones que se adopten.

El sistema de energía convencional no supone en sí mismo un condicionante añadido, salvo que su integración con el sistema de energía solar térmica conduzca a una alternativa distinta a la que se tomaría sin ella. Es probable que el análisis económico de la instalación conduzca, en algunos casos, a soluciones diferentes a las que se adoptarían sin la instalación solar térmica.

3.7.2.2 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

En la Sección HE4, del DB HE, se establece la forma de proceder para el cumplimiento de la Exigencia Básica HE4, siguiendo la secuencia que se expone a continuación:

- a) Obtención de la contribución solar mínima, según el apartado 2.1.
- b) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.

c) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4.

Analizando esta secuencia, se observa que el apartado 2.1, de la Sección HE4, define la contribución solar mínima anual como la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, indicándose sus valores.

El apartado 3.3, recoge los criterios generales de cálculo, especificándose en el apartado 3.3.1, Dimensionado básico, que, en la memoria del proyecto, se establecerá el método de cálculo especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- a) La demanda de energía térmica.
- b) La energía solar térmica aportada.
- c) Las fracciones solares mensuales y anuales.
- d) El rendimiento medio anual.

Por último, el tercer punto c) del apartado 1.2 antes mencionado, no se corresponde con el proceso de diseño y cálculo, aunque debe ser incluido en la memoria del proyecto.

De acuerdo con este análisis de la Sección HE4, el proceso que se seguirá en el cálculo de la instalación será el establecido en estos apartados.

3.7.2.3 DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA. DATOS DE PARTIDA

Siguiendo el criterio del apartado 3º del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, del IDAE, los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones climáticas y de uso.

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo. Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente. Las

condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

3.7.2.3.1 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas, a efectos de las instalaciones solares térmicas, están definidas por:

- La radiación global total en el campo de captación.
- La temperatura ambiente media diaria.
- La temperatura mensual media del agua de la red.

Estos datos proceden del Instituto Nacional de Meteorología y otras fuentes fiables, y la dificultad de disponer de las suficientes series estadísticas constituye el principal obstáculo para una valoración adecuada del dimensionado de la instalación. De los tres parámetros mencionados el más difícil de tabular ha sido siempre la radiación global total, porque tiene múltiples condicionantes, comenzando por la propia determinación de los factores a considerar, como por ejemplo la radiación difusa, que es la recibida en los días nublados.

La radiación se mide sobre la superficie horizontal, aplicando fórmulas factoriales para calcular las restantes posiciones de los captadores, pero las mayores dificultades proceden de las condiciones de horas de sol, nubes, lluvia, etc.

A continuación se reproducen las correspondientes a la energía, en megajulios, que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes ($1\text{kWh} = 3,6\text{MJ}$), la altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica (la más baja que se haya medido desde el primer año del que se conservan registros de datos), la temperatura media del agua en la red en $^{\circ}\text{C}$, y la temperatura ambiente media durante las horas de sol en $^{\circ}\text{C}$, ambas por provincias, del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, advirtiendo que la denominación de las provincias no se corresponde con la oficial actualmente vigente. Hay que tener en cuenta también los valores particulares que establecen algunas ordenanzas y regulaciones autonómicas, siempre que sean más restrictivas que el CTE. No obstante, en la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el proyecto.

3.7.2.3.2 Zonas climáticas definidas en el CTE

El apartado 3.1.2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, define las zonas climáticas como aquellas que son homogéneas a efectos de la exigencia, indicando sus límites en un mapa y una tabla de localidades.

Las zonas se han definido teniendo en cuenta la radiación solar global media diaria anual sobre una superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 < H < 15,1$	$3,8 < H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Tabla 3.7.2.3.2.1 - Radiación solar global media por zonas

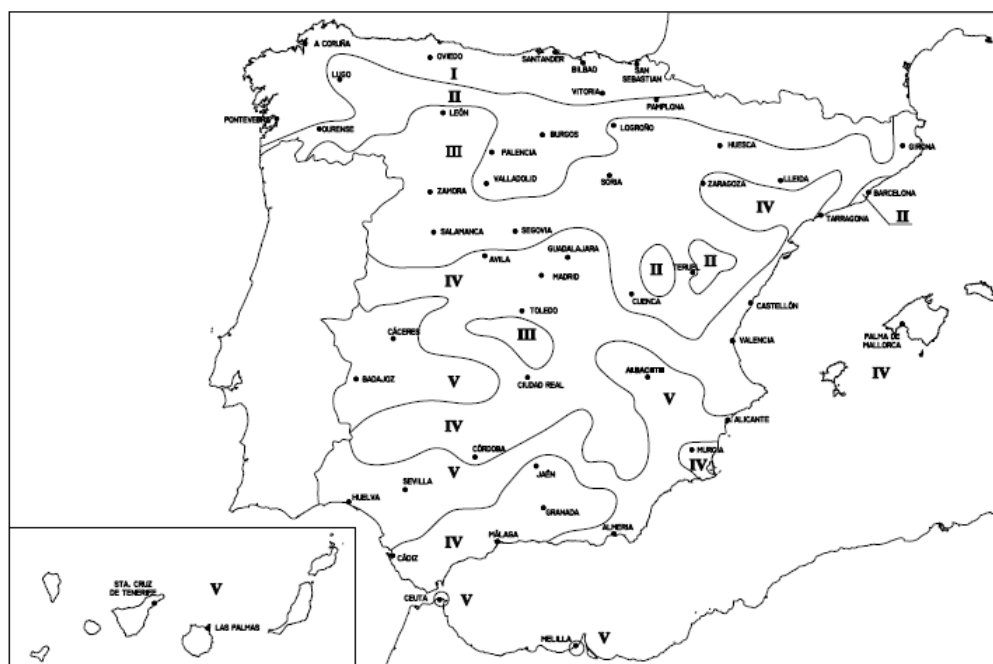


Figura 3.7.2.3.2.1 - Zonas climáticas de España

La finalidad de estas zonas es establecer el porcentaje exigido de aportación de la energía solar a la demanda energética total de A.C.S. La tabla 3.2 de la Sección HE4, del DB HE define la clasificación por intervalos de radiación por lo que puede existir una cierta contradicción con los valores unificados para cada provincia, alguna de las cuales queda dividida por las zonas climáticas. Como los valores de las tablas provinciales son algo inferiores a los del CTE, su empleo implicará la realización de una instalación con requisitos más exigentes, lo que es admisible.

3.7.2.3.3 Contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, según se define en el apartado 2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

El mismo apartado, establece que las contribuciones solares tienen carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, por lo que habrá que analizar en cada caso los reglamentos u ordenanzas locales de aplicación.

Las contribuciones solares mínimas para la demanda de agua caliente sanitaria A.C.S. a una temperatura de referencia de 60 °C se recogen en las tablas 3.7.2.3.3.1 y 3.7.2.3.3.2, según la zona climática en la que se sitúe, el apartado 2.1 dice que tienen carácter de mínimos pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, considerándose los siguientes casos:

Demanda en (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5000 5.000-6.000 6.000-7.000	30	30	50	60	70
	30	30	55	65	70
	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70

8.000-9.000 9.000-10.000	30	52	65	70	70
	30	55	70	70	70
10.000-12.500 12.500-15.000 15.000-17.500	30	65	70	70	70
	30	70	70	70	70
	35	70	70	70	70
17.500-20.000 > 20.000	45	70	70	70	70
	52	70	70	70	70

Tabla 3.7.2.3.3.1 - Contribución solar mínima en % para el caso general

Demanda total de A.C.S. del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Tabla 3.7.2.3.3.2 - Contribución solar mínima en % para instalaciones auxiliares por efecto Joule

Como criterio general, los costes relativos de una instalación solar disminuyen al aumentar el tamaño de la instalación, sin embargo el aporte específico de energía solar también disminuye si se diseña una instalación de modo más generoso, puesto que se produce un aumento de las temperaturas de trabajo del sistema, y es más probable que el campo de captadores se encuentre con mayor frecuencia en un estado de estancamiento. Considerando ambas tendencias, es decir, por un lado la reducción de los costes específicos y, por otro, la reducción del aporte relativo al aumentar el tamaño de la instalación, se debería llegar finalmente a un punto óptimo para el dimensionado de una determinada aplicación.

En principio, se puede suponer que una instalación solar grande, en donde la disminución de costes relativos es pequeña en relación con el aumento de tamaño,

funciona con la máxima rentabilidad si el sistema suministra siempre energía útil cuando se dispone de radiación solar aprovechable.

Es importante tener en cuenta que a medida que aumenta la fracción solar anual, la temperatura media de funcionamiento del captador aumenta y, por tanto, su rendimiento disminuye. En consecuencia, la fracción solar anual no aumenta linealmente con la superficie de captación.

Visto de otro modo, la productividad energética de los captadores solares, expresada en kWh / (m² año), disminuye a medida que aumenta la fracción solar anual. Una instalación con una superficie de captación pequeña proporcionará una fracción solar anual baja, pero la productividad por unidad de superficie será elevada, ya que el salto térmico es siempre alto.

Puede ser conveniente en algunos casos realizar curvas de rendimiento de la instalación relacionando la producción con la superficie, para elegir la alternativa que mejor equilibre producción con coste, cumpliendo siempre con la aportación solar mínima requerida por la reglamentación.

3.7.2.3.4 Cálculo de la demanda energética

Según se establece en el apartado 3.1.1, cálculo de la demanda, de la Sección HE4, del DB HE, para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día a 60 °C, de la tabla 3.1, que se reproduce a continuación. Estos valores deben ser mensuales, de acuerdo con el apartado 2.1, por lo que habrá que multiplicar los valores unitarios por el número de días de cada mes.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona

Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 3.7.2.3.4.1 Litros de A.C.S. / día (a 60°C)

Los litros de A.C.S./día a 60 °C de la tabla se han calculado a partir de la Tabla 1 (consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética". Para el cálculo se han utilizado los valores de $T_i = 12\text{ °C}$ (constante) y $T = 45\text{ °C}$. y se corresponde con la tabla 3.1 de la Sección HE4, del DB HE.

En el segundo párrafo del mismo apartado se contempla el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, en cuyo caso se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum D_i(T)$$

Ecuación 3.7.2.3.4.1

$$D_i(T) = D_i(60\text{°C}) \times \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

Ecuación 3.7.2.3.4.2

Donde:

D (T) - demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.

$D_i(T)$ - demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura T elegida.

$D_i(60\text{ }^{\circ}\text{C})$ - demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura de 60 °C.

T - temperatura del acumulador final.

T_i - temperatura media del agua fría en el mes (i).

Hay que considerar que una temperatura de acumulación inferior mejora el rendimiento de la instalación al permitir un mayor salto térmico en los intercambiadores, pero incrementa el coste al suponer un mayor volumen, además de un aumento de riesgo de legionelosis, que se produce en agua acumulada a una temperatura inferior a 50 °C.

Para nuestra instalación tenemos 17 personas y la demanda de ACS en un taller es de 21 litros de ACS/día a 60° por persona (como vimos en la tabla anterior) de modo que el caudal diario total será de:

$$17 \text{ personas} \times 21 \frac{\text{litros ACS}}{\text{día}} = 357 \text{ litros de ACS/día}$$

Ecuación 3.7.2.3.4.3

La demanda energética será la cantidad de energía necesaria para elevar la masa de agua resultante de los consumos requeridos desde la temperatura de suministro a la de referencia, en valores mensuales. La unidad física empleada es la caloría, cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5 °C a 15,5 °C, cuya equivalencia mecánica se obtuvo mediante el experimento de Joule, de forma que:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Ecuación 3.7.2.3.4.4

El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

$$DE_{mes} = Q_{día} \times N \times (T_{ACS} - T_{AF}) \times 1,16 \times 10^3$$

Ecuación 3.7.2.3.4.5

Donde:

DE_{mes} - demanda energética, en kWh/mes.

$Q_{día}$ - consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia T_{ACS} , en l/día.

N - nº de días del mes considerado, días/mes, no necesariamente meses completos en periodos estacionales.

T_{ACS} - temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, 60 °C.

T_{AF} - temperatura del agua fría de la red, en °C.

$$(1 \text{ kcal} = 1.000 \times 4,186 \text{ J h} / 3.600 \text{ s} = 1,16 \times 10^3 \text{ kW h})$$

El consumo diario se cuantifica según se ha visto anteriormente. La temperatura de referencia es de 60 °C, salvo que se aplique el criterio del apartado 3.1.1, párrafo 2, de la Sección HE4, visto anteriormente. La temperatura del agua de la red se toma de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, si no se establecen otras condiciones en la ordenanza local o en la reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

3.7.2.3.4.1 Cálculo de la DE de la instalación objeto del proyecto

Enero:

$$DE_{mes} = 357 \times 31 \times (60 - 8) \times 1,16 \times 10^3 = 667,56 \text{ kWh} / mes = 574,38 \text{ Mcal} / mes$$

Ecuación 3.7.2.3.4.1.1

De la misma forma procedemos en los otros meses, el consumo es constante así como la temperatura que deseamos obtener y el calor específico del agua. Lo único que variará es la temperatura del agua de la red y los días del mes.

MES	DIAS	T _{AF}	DE _{mes} (kWh/mes)	DE _{mes} (Mcal/mes)
Enero	31	8	667,561440	575,759
Febrero	28	9	591,363360	510,040
Marzo	31	11	629,048280	542,542
Abril	30	13	583,909200	503,611
Mayo	31	14	590,535120	509,325
Junio	30	15	559,062000	482,180
Julio	31	16	564,859680	487,181
Agosto	31	15	577,697400	498,253
Septiembre	30	14	571,485600	492,895
Octubre	31	13	603,372840	520,398
Noviembre	30	11	608,756400	525,041
Diciembre	31	8	667,561440	575,759

Tabla 3.7.2.3.4.1.1 - Demanda energética mensual

Los datos de la temperatura media del agua en la red según la zona han sido sacados del libro “Proyecto y Calculo de Instalaciones Solares Térmicas”, que a su vez obtiene los datos del Instituto Nacional de Meteorología y de Censolar.

Además debemos tener en cuenta el porcentaje de ocupación de cada mes:

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
90%	90%	90%	90%	90%	85%	80%	75%	85%	90%	90%	90%

Tabla 3.7.2.3.4.1.2 - Porcentaje de ocupación mensual

Con todo ello la demanda energética corregida será:

MES	DE _{mes} (Mcal/mes)
Enero	518,183
Febrero	459,036
Marzo	488,288
Abril	453,250
Mayo	458,393

Junio	409,853
Julio	389,745
Agosto	373,690
Septiembre	418,961
Octubre	468,358
Noviembre	472,537
Diciembre	518,183

Tabla 3.7.2.3.4.1.3 Demanda mensual corregida con factor de ocupación

3.7.2.4 CÁLCULO DEL CAMPO DE CAPTADORES

El dimensionado del campo de captadores constituye la base fundamental de la instalación, ya que es el elemento que recoge la energía solar que se precisa, y el valor absoluto de ésta es función de su superficie total de captación.

Existen cuatro criterios generales de cálculo especificados para el dimensionado básico en el apartado 3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE:

- a) Demanda de energía térmica
- b) Energía solar térmica aportada
- c) Fracciones solares mensuales y anual
- d) Rendimiento medio anual

El valor de la energía solar aportada debe ser el producto de la contribución solar mínima por la demanda de energía, por lo que habrá que dimensionar el campo de captadores para ello. La fracción solar anual coincidirá con la contribución solar mínima, dependiendo las fracciones mensuales de las condiciones climáticas y de uso.

Sin embargo, estos valores representan el resultado a cumplir, y no sirven para definir la superficie de captación de forma directa, por lo que es necesario realizar varias pruebas, una vez predimensionado el campo, hasta lograr el cumplimiento de todos los requerimientos, de la forma siguiente:

- Predimensionado del campo de captadores.
- Cálculo de la cobertura del sistema solar.
- Reiteración del proceso hasta obtener los valores de fracción solar mensual y

anual que cumplan con las exigencias, teniendo en cuenta los restantes requisitos.

Como fin de todo el proceso de cálculo se obtiene el rendimiento medio anual de la instalación.

3.7.2.4.1 Predimensionado del campo de captadores

La superficie de captación solar es un dato imprescindible para el proceso de cálculo, siendo necesario realizar una hipótesis de partida fijando un valor previo, para ajustar la superficie a la contribución requerida posteriormente.

Un valor habitual es considerar $70 \text{ l/(m}^2 \text{ día)}$, que puede resultar un valor adecuado para el rendimiento de la instalación, teniendo en cuenta que este valor tendrá que reconsiderarse posteriormente para cumplir con la contribución solar mínima requerida.

3.7.2.4.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart

El rendimiento instantáneo de un captador está definido por la ecuación de balance, sin embargo el rendimiento medio durante un periodo medio de tiempo es un fenómeno mucho más complejo en el que intervienen numerosos factores, tales como la climatología, la posición respecto a la inclinación y orientación de los captadores, la existencia de zonas en sombra y la inercia de la instalación en su conjunto, que impide el aprovechamiento de la radiación por debajo de un valor mínimo.

Estos métodos de cálculo se aplican habitualmente desde programas informáticos, siendo el más conocido el de las gráficas-f, o f-Chart, desarrollado en 1973 por los profesores Klein, Beckman y Duffie, suficientemente exacto para estimaciones de largos periodos de tiempo, pero nunca debe aplicarse en análisis mensuales y, menos aún, diarios.

El método F-Chart cuenta con el respaldo de numerosas instalaciones realizadas en un largo periodo de tiempo con el consiguiente análisis de los resultados energéticos en situaciones reales, por lo que tiene un gran reconocimiento por parte de los profesionales del sector. Es el aconsejado en el Pliego de Condiciones Técnicas

de Instalaciones Solares Térmicas de Baja Temperatura, del IDAE y cumple con lo especificado en el apartado 3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado periodo de tiempo. Las dimensiones se presentan por medio de ecuaciones y en forma gráfica.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales, medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento de A.C.S., en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos. Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales D_1 y D_2 , mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

Ecuación 3.7.2.4.2.1

La secuencia que se va a seguir en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente H_{mes} sobre la superficie inclinada de los captadores.
2. Cálculo del parámetro D_1 .
3. Cálculo del parámetro D_2 .
4. Determinación de la fracción energética mensual f aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones.
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual F .
6. Reiteración del proceso para ajustar la producción a los requerimientos.

Originariamente para el proceso de cálculo se utilizaban unas gráficas llamadas f , o f -chart, que dan nombre al método, en un sistema de coordenadas con los valores de D_1 , en las ordenadas y de D_2 en las abscisas, donde se podía encontrar el valor de

la fracción solar de la instalación una vez obtenidos los valores de los parámetros D_1 y D_2 , de una determinada instalación, entre unos ciertos límites.

De todas formas hay que recordar que el CTE no prescribe ningún método determinado de cálculo, limitándose el apartado 3.3, de la Sección HE4, a exigir que, en la memoria del proyecto, se establezca el método de cálculo, con las especificaciones.

3.7.2.4.2.1 Cálculo de la radiación solar mensual incidente

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{mes} = k_{mes} \times H_{dia} \times N$$

Ecuación 3.7.2.4.2.1.1

Donde:

H_{mes} - Irradiación, o radiación solar incidente por m^2 de superficie de los captadores por mes, en kWh/(m^2 mes)

k_{mes} - Coeficiente función del mes, de la latitud y de la inclinación de la superficie de captación solar.

H_{dia} - Irradiación, o radiación solar incidente por m^2 de superficie de los captadores por día, en kWh/(m^2 día)

N - Número de días del mes.

El valor de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes, por provincias, puede tomarse de la tabla publicada por CENSOLAR, recogida en el Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. En la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el proyecto.

Los valores del coeficiente k utilizados para la estimación de la energía solar mensual incidente sobre una superficie inclinada a partir de la radiación solar horizontal para un azimut de cero grados (orientación Sur), están indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

El procedimiento propuesto para el cálculo de la radiación solar incidente sobre una superficie inclinada es válido para superficies orientadas al Sur. La influencia de pequeñas desviaciones respecto al Sur, de unos 25° hacia el Este o el Oeste no originan una pérdida significativa de producción solar anual de la instalación. En todo caso el proceso de su evaluación se remite al apartado 3.5 de la Sección HE4 del DB HE.

La disposición de los captadores en el campo de captación puede originar pérdidas que reducen el rendimiento de la instalación. Hay tres posibles tipos de pérdidas debidas a la colocación de los captadores, las pérdidas debidas a la orientación según la desviación respecto al Sur geográfico, las pérdidas debidas a la inclinación desviando la recepción ortogonal de la radiación solar, y las pérdidas derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos.

Las condiciones relativas a las pérdidas se regulan en el apartado 2.1, Contribución solar mínima, de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Así, el párrafo 8 dice que la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla siguiente:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 3.7.2.4.2.1.1 Pérdidas límite según la colocación de los captadores

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales, o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal con el fin de favorecer la autolimpieza de los módulos. Una regla fundamental a seguir para conseguir la

integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

El párrafo 10 indica que, en todos los casos, se han de cumplir las tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombras y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimas, y sin sombra alguna.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador vienen indicadas en el párrafo siguiente, que dice que se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: Latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: Latitud geográfica + 10°.
- Demanda preferente en verano: Latitud geográfica - 10°.

El párrafo 12 establece que, sin excepciones, se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación de acuerdo a lo estipulado en los apartados 3.5 y 3.6, de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

También aclara este párrafo que cuando, por razones arquitectónicas excepcionales no se pueda dar toda la contribución solar mínima anual que se exige cumpliendo los requisitos indicados en la tabla de pérdidas límite, se justificará esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas de configuración del edificio y de ubicación de la instalación, debiéndose optar por aquella solución que dé lugar a la contribución solar mínima.

3.7.2.4.2.1.1 Pérdidas por orientación e inclinación

Las pérdidas por orientación son debidas al desvío de la posición de los captadores solares de la orientación óptima, y las pérdidas por inclinación son debidas al desvío del ángulo de inclinación, o ángulo que forma la superficie de captación con el plano horizontal, desde su posición óptima.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador, ya vistas en el apartado anterior, se consideran para la orientación el Sur y para la inclinación la latitud geográfica.

La orientación Sur se refiere a la geográfica, no coincidente exactamente con la magnética, y es la correspondiente a un ángulo de azimut de 0° . Las pérdidas por orientación e inclinación de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo a lo estipulado en el apartado 3.5 de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Este método de cálculo recoge el del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, y constituye un método gráfico que combina ambas pérdidas estableciendo también los límites admisibles de colocación de los captadores, referido a una latitud de 41° , por lo que se indican igualmente las correcciones que han de hacerse para otras latitudes diferentes.

3.7.2.4.2.1.2 Pérdidas por sombras

Las pérdidas por sombras son las derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos. Las pérdidas por sombras de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo con lo estipulado en el apartado 3.6, de la Sección HE4, del DB HE del CTE. El Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, a diferencia del CTE, distingue entre los obstáculos singulares, como pueden ser otras edificaciones, y la situación habitual de sombras arrojadas por los propios paneles, que se repiten sistemáticamente en todas las instalaciones, y para las cuales proporciona un método más sencillo.

Aunque la evaluación de todas las pérdidas por sombras, sin excepciones, debe realizarse por el método anterior como prescribe el apartado 2.1 de la Sección HE4, se expone a continuación el del IDAE, porque es útil al menos como orientación para situar las filas de captadores, siendo el normativo bastante más trabajoso y poco idóneo para las decisiones iniciales de un proyecto. Según esto, en el apartado Distancia mínima entre filas de captadores, se dice que la distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.1.2.1

Donde “ $1/[\tan(61^\circ - \text{latitud})]$ ” es un coeficiente adimensional denominado k , algunos de cuyos valores significativos se incluyen en la tabla siguiente, en función de la latitud del lugar:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 3.7.2.4.2.1.2.1 Valor del coeficiente k .

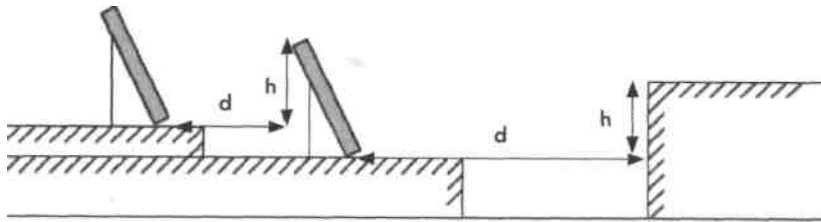


Figura 3.7.2.4.2.1.2.1 Ejemplo de separación en la colocación

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores. Este método, aunque no excluye la utilización del anterior para el cálculo final, es muy útil en todo el proceso previo.

3.7.2.4.2.2 Cálculo del parámetro D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano EA_{mes} y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes, DE_{mes} .

$$D_1 = \frac{EA_{mes}}{DE_{mes}}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.2.1

La expresión de la energía absorbida por el captador, EA_{mes} , es la siguiente:

$$EA_{mes} = Sc \times F'_R (T\alpha) \times H_{mes}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.2

Donde:

EA_{mes} - energía solar mensual absorbida por los captadores en KWh/mes. Sc superficie de captación, en m^2 .

H_{mes} - energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en KWh/(m^2 mes).

$F'_R(T\alpha)$ - factor adimensional, cuya expresión es:

$$F'_R(T\alpha) = F_R(T\alpha)_n \times \left[\frac{(T\alpha)}{(T\alpha)_n} \right] \times \frac{F'_R}{F_R}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.3

Donde:

$F_R(T\alpha)_n$ - factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en el origen de la curva característica del captador, dato del fabricante.

$[(T\alpha)/(T\alpha)_n]$ - modificador del ángulo de incidencia.

0.96 - superficie transparente sencilla.

0.94 - superficie transparente doble.

F'_R/F_R - factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda el valor 0.95.

3.7.2.4.2.3 Cálculo del parámetro D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre la energía perdida por el captador EP_m , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio DE_{mes} .

$$D_2 = \frac{EP_{MES}}{DE_{MES}}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.3.1

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{mes} = S_c \cdot F'_R U_L \cdot (100 - T_{amb}) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2$$

Ecuación 3.7.2.4.2.3.2

Donde:

EP_{mes} - energía solar mensual perdida por los captadores en KWh/mes.

S_c - superficie de captación solar, en m^2 .

$F'_R U_L$ - factor, en KWh/(m^2 K), cuya expresión es:

$$F'_R U_L = F_R U_L \times \frac{F'_R}{F_R} \times 10^{-3}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.3.3

Donde:

$F_R U_L$ - coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado U_0 , en W/(m^2 K), pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante.

F'_R/F_R - factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda tomar 0.95.

T_{AMB} - temperatura media mensual del ambiente, en $^{\circ}C$.

Δt - periodo de tiempo en horas.

K_1 - factor de corrección por almacenamiento.

$$K_1 = \left(\frac{V}{75 \times S_c} \right)^{-0,25}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.3.4

V - volumen de acumulación solar en litros. Se recomienda que el valor de V sea tal que se cumpla la condición $50 < V/S_c < 180$.

K_2 - factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas.

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times T_{AC} + 3,86 \times T_{AF} - 2,32 \times T_{AMB}}{100 - T_{AMB}}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.3.5

T_{ac} - temperatura mínima del agua caliente sanitaria.

T_{af} - temperatura del agua de la red.

3.7.2.4.2.4 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar.

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

Ecuación 3.7.2.4.2.4.1

Con los límites de aplicación $0 < D_1 < 3$ y $0 < D_2 < 18$. También puede determinarse la fracción de carga calorífica mensual mediante las gráficas f , formadas con los valores de D_1 en las ordenadas y D_2 en las abscisas.

3.7.2.4.2.5 Fracción solar anual F .

La fracción solar anual se calcula como la relación entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$F = \frac{\sum EU_{MES}}{\sum DE_{MES}}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.5.1

Siendo EU_{mes} energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria, en KWh/mes, determinada por:

$$EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes}$$

Ecuación 3.7.2.4.2.5.2

Donde:

f_{mes} - fracción solar mensual

DE_{mes} - demanda energética, en KWh/mes.

El objetivo de este método es determinar cuál será nuestra fracción solar cubierta en función del número de captadores que utilicemos. Realizando varias pruebas hemos llegado a la conclusión que el numero de paneles solares que debemos utilizar son 3 colectores; cada uno de 2,32 m² de superficie del panel y 2,14 m² superficie útil.

Indicamos ahora como ejemplo de cálculo el correspondiente al mes de Enero. La radiación solar mensual incidente H_{mes} sobre la superficie inclinada de los captadores. La inclinación de los paneles se ha supuesto de 40° C y la latitud 43° . El valor de radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes será de:

Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Jun	Jul	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
5.4	8.0	11.4	12.4	15.4	16.2	17.4	15.3	13.9	10.9	6.4	5.1

Tabla 3.7.2.4.2.5.1 Radiación solar incidente en un día medio de cada mes

Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Jun	Jul	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
1.41	1.31	1.2	1.09	1.01	0.98	1.01	1.1	1.25	1.42	1.52	1.5

Tabla 3.7.2.4.2.5.2 Valores del factor k para la latitud del Polígono Vilar do Colo

$$H_{mes} = (1,41 \cdot 31 \cdot 5.4) / 3,6 = 65,565 \text{ KWh}/(m^2 \text{ mes}).$$

a) Cálculo del parámetro D_1 .

Para $F_R/F_R =$ Factor de corrección del conjunto captador-Intercambiador se recomienda tomar 0.95.

$$EA_{mes} = 3 \times 2,14 \times (0,665) \times 67,425 = 1008,299 \text{ MJ/mes}$$

$$516,183 \text{ Mcal/mes} = 2168,078 \text{ MJ/mes}$$

$$D_1 = 1008,299 / 2168,078 = 0,4651$$

b) Cálculo del parámetro D_2 .

$$F_R U_L = 2.51 \cdot 0.95 = 2.3845$$

$$K_1 = [500/75 \times 6,42]^{-0.25} = 0.9906$$

$$K_2 = (11.6 + 1.18 \times 60 + 3.86 \times 8 - 2.32 \times 12)/(100 - 12) = 0.9709$$

$$EP_{\text{mes}} = 6.42 \times 2.3845 \times (100-12) \times (31 \cdot 24 \cdot 3600) \times 0.9906 \times 0.9709 = \\ = 3.470,369 \text{ MJ/mes.}$$

$$D_2 = 3.470,369 / 2.168,078 = 1,601$$

La fracción solar del mes de enero será entonces:

$$f = 1,029 D_1 - 0,065 D_2 - 0,245 D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215 D_1^3 = 0,328$$

Por lo tanto el conjunto de los tres captadores nos proporcionará un 32,8% de la energía necesaria para el citado mes de Enero. La energía suplementaria se obtendrá de la caldera centralizada auxiliar.

Este mismo procedimiento se realizará para cada mes del año, obteniendo los siguientes resultados mostrados en las siguientes tablas:

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Nº días	31	28	31	30	31
Superficie util en m2	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
Nº paneles	3	3	3	3	3
Superficie total en m2	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42
tiempo (h) calculo Ep mes	24	24	24	24	24
K mes	1,41	1,31	1,2	1,09	1,01
H mes(Mj/m2 dia)	5,4	8	11,4	12,4	15,4
H mes real(Kw*h/m2 mes)	65,565	81,511	117,800	112,633	133,937
FR($\zeta\alpha$)n	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296
[($\zeta\alpha$)/($\zeta\alpha$)n]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
F'R($\zeta\alpha$)	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665
EA mes	1008,299	1253,528	1811,601	1732,145	2059,769
Tª amb. Exterior °C	12	12	14	14	16
Tª media del agua de la red °C	8	9	11	13	14
Ce (Mj/litro °C)	4186	4186	4186	4186	4186
Consumo diario (L x ocup.)	357	357	357	357	357
% ocupacion	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Qa (Mcal/mes)	575,759	510,040	542,542	503,611	509,325
Qa real (Mcal/mes)	518,183	459,036	488,288	453,250	458,393
Qa real (Mj/mes)	2168,078	1920,605	2042,997	1896,396	1917,916
D1					
D1	0,4651	0,6527	0,8867	0,9134	1,0740
D2					
F'RUL	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845
K1	0,9906	0,9906	0,9906	0,9906	0,9906
K2	0,9709	1,0148	1,0742	1,1640	1,1824
Ep mes (Kwh/mes)	963,991	910,038	1042,293	1092,963	1120,595

Ep mes (Mj/mes)	3470,369	3276,138	3752,255	3934,667	4034,141
D2	1,601	1,706	1,837	2,075	2,103
Fraccion solar energetica mensual (f)					
f	0,328	0,468	0,621	0,625	0,720

Tabla 3.7.2.4.2.5.1 Calculo de la fracción solar energética mensual (Enero-Mayo)

Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
30	31	31	30	31	30	31
2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
3	3	3	3	3	3	3
6,42	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42	6,42
24	24	24	24	24	24	24
0,98	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52	1,5
16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1
132,300	151,332	144,925	144,792	133,283	81,067	65,875
0,7296	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296	0,7296
0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665
2034,591	2327,271	2228,746	2226,695	2049,704	1246,693	1013,066
19	20	21	20	17	14	12
15	16	15	14	13	11	8
4186	4186	4186	4186	4186	4186	4186
357	357	357	357	357	357	357
0,85	0,8	0,75	0,85	0,9	0,9	0,9
482,180	487,181	498,253	492,895	520,398	525,041	575,759
409,853	389,745	373,690	418,961	468,358	472,537	518,183
1714,826	1630,691	1563,518	1752,934	1959,609	1977,094	2168,078
D1						
1,1865	1,4272	1,4255	1,2703	1,0460	0,6306	0,4673
D2						
2,3845	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845	2,3845
0,9906	0,9906	0,9906	0,9906	0,9906	0,9906	0,9906
1,1879	1,2220	1,1592	1,1255	1,1222	1,0742	0,9709
1050,598	1102,994	1033,267	983,121	1050,868	1008,671	963,991
3782,155	3970,778	3719,761	3539,235	3783,124	3631,214	3470,369
2,206	2,435	2,379	2,019	1,931	1,837	1,601
Fraccion solar energetica mensual (f)						
0,777	0,884	0,887	0,832	0,714	0,444	0,330

Tabla 3.7.2.4.2.5.2 Calculo de la fracción solar energética mensual (Junio-Dic)

Con todos estos datos ya podemos calcular la fracción solar anual F:

$$F = 0,6359 = 63,59\%$$

Si la fracción solar anual obtenida no alcanzase el valor de la contribución solar mínima anual resultante de la aplicación de la normativa (Polígono Vilar do Colo, zona climática I, >20.000 l/d, 52%), los cálculos se deberán repetir hasta obtener una superficie de captación S_c que cumpla la condición establecida. En este caso, correspondiente al caso general (dado que la caldera no será eléctrica) es correcto y más que suficiente para el cumplimiento de la normativa.

Es importante contemplar el apartado 2.1, de la Sección HE4, del DB HE, que expresa que las contribuciones solares que se recogen en el CTE tienen el carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes. Por consiguiente, en los casos de ordenanzas o reglamentos cuya definición sea muy diferente a la de la Sección HE4 y no admita comparación, habrá que realizar dos cálculos en paralelo para elegir la opción más exigente.

Una vez realizado el cálculo de la superficie de captadores solares S_c que cumplan la contribución solar mínima requerida, se podrá calcular la producción solar prevista definitiva EU_{mes} a partir de la demanda energética DE_{mes} y la fracción solar mensual.

Es importante tener en cuenta el posible exceso de producción en verano, según se recoge en el párrafo 4, del apartado 2.1, de la Sección HE4, del DB HE, que establece que, con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100%, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

a) Dotara la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).

b) Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).

c) Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares debiendo incluirse este trabajo en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

d) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

Advierte, no obstante, el párrafo 5 que: en el caso de optarse por las soluciones b) y c), dentro del mantenimiento deben programarse las operaciones a realizar consistentes en el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas operaciones se realizarán una semana antes y otra después de cada periodo de sobreproducción energética. No obstante se recomiendan estas soluciones solo en el caso que el edificio tenga un servicio de mantenimiento continuo. No hay que olvidar la obligación de vigilar, durante todo el año, la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

Estas disposiciones, destinadas a proteger a las instalaciones de sobrecargas excesivas que pueden originar un rápido deterioro y en ciertas situaciones geográficas dificultades en el cumplimiento de la aportación solar mínima, por lo que debe ser estudiada cuidadosamente en cada caso.

3.7.2.5 SISTEMA DE ACUMULACIÓN SOLAR

El volumen de acumulación es una magnitud que permite un cierto grado de elección entre unos límites, teniendo en cuenta que un volumen excesivamente pequeño no permite que el captador transfiera suficiente calor para hacer efectivo su funcionamiento en las horas de mayor emisión solar, y que un volumen excesivamente grande reduce la productividad. El CTE establece que el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A = 500/6,42 = 77,88 < 180$$

Ecuación 3.7.2.5.1

Donde:

A - Suma de las áreas de los captadores, en m²

V - Volumen del depósito de acumulación solar, en litros.

Como vemos, el valor es correcto para un depósito de 500 litros. Este valor equivale a una horquilla de 50 a 180 l/m² de captador, adoptándose habitualmente 75 l/m². Hay que tener en cuenta el apartado 3.3.3, Sistema de acumulación solar, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, que establece que el sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

La acumulación solar centralizada es la considerada como más conveniente en el CTE, recordando que el apartado 3.3.3.1 de la Sección HE4, del DB HE, dice que, preferentemente, el sistema de acumulación solar estará constituido por un solo depósito, será de configuración vertical y estará ubicado en zonas interiores.

El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos, que se conectarán, preferentemente, en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados. El motivo de esta disposición es que la conexión en serie invertida favorece la estratificación de las temperaturas. Este sistema se considera como menos conveniente que el anterior en el CTE. No obstante, la tendencia del mercado hacia la individualización de las instalaciones para cada usuario, unida a la dificultad en algunos casos de contar con locales adecuados, hace prever su amplia utilización, al menos en zonas urbanas consolidadas.

Los depósitos de acumulación suelen ser interacumuladores con intercambiador de serpentín o de doble envolvente. De todas formas, pueden diseñarse instalaciones con intercambiadores independientes para cada usuario, de forma que el consumo de A.C.S. se individualice y no se requieran contadores divisionarios de agua caliente.

3.7.2.6 SISTEMA DE INTERCAMBIO

El intercambiador de calor del sistema de captación solar debe ser capaz de disipar toda la energía procedente de los captadores solares hacia el depósito de acumulación. Según el apartado 3.4.3 de la Sección HE4, del DB HE, cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de

suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores.

El CTE establece que, para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

$$S_{\text{util intercambio}} \geq 0,15 \times S_c$$

Ecuación 3.7.2.6.1

Donde:

$S_{\text{util intercambio}}$ - superficie útil del intercambiador interno, en m²

S_c - superficie total de captadores instalados, en m².

Esta prescripción tiene carácter de mínimo obligatorio, aconsejando otros autores una mayor superficie.

Al igual que en el caso anterior, el CTE, en su documento básico HE establece que, para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1.000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50 %, cumpliéndose la condición:

$$P > 500 \times S_c$$

Ecuación 3.7.2.6.2

Donde:

P - potencia mínima del intercambiador, en W

S_c - superficie de captación, en m².

3.7.2.7 CIRCUITO HIDRÁULICO

Un circuito hidráulico se define, en general, como el conjunto de elementos unidos de tal forma que permiten el paso o circulación de la corriente hidráulica para conseguir algún efecto útil.

En el apartado 3.2.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, se enumera, entre los sistemas que conforman la instalación solar térmica, un circuito hidráulico constituido por un conjunto de tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. Se está refiriendo, evidentemente, al circuito primario aunque no se mencionan los restantes circuitos en este apartado.

En las condiciones generales de la instalación, reguladas en el apartado siguiente al anteriormente mencionado se dice que las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.

El Apéndice A, Terminología, de la Sección HE4, recoge las siguientes definiciones:

- **Circuito primario:** circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.
- **Circuito secundario:** circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.
- **Circuito de consumo:** circuito por el cual circula agua de consumo.

En la práctica, según el esquema elegido, existirán como mínimo estos tres circuitos, incluyendo el de distribución de A.C.S., pero en cualquier caso son en todo semejantes, sujetos a las leyes de la hidrodinámica. El apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4, del DB HE, dice que debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado, y si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

Un circuito se considera equilibrado cuando sus distintos ramales tienen una pérdida de carga igual o muy parecida, evitando de esta manera recorridos preferentes, que originarán caudales distintos a los previstos. Además del diseño de los distintos ramales, para que resulten de longitud sensiblemente igual, el párrafo 4 del apartado 3.3.3.2, de la Sección HE4, del DB HE, recomienda el retorno invertido para la conexión entre captadores y entre filas. En cuanto al diseño de los tramos el CTE establece que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del

sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

Es importante evitar la formación de bolsas de aire, para ello los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación, de acuerdo con el mismo apartado 3.3.5.2, condición más restrictiva que la que aparece en el RITE, que la establece superior o igual al 0,2%, tanto cuando la instalación esté fría, como cuando esté caliente.

3.7.2.7.1 Circuito hidráulico primario

El circuito hidráulico primario es el encargado de establecer el movimiento del fluido que recoge la energía solar hasta el sistema de intercambio y acumulación, y su retorno hasta los captadores.

El campo de captadores está constituido por un número más o menos elevado de ellos, por lo que han de conectarse hidráulicamente entre ellos en grupos, denominados baterías o filas. La Sección HE4, del DB HE, establece en el apartado 3.3.2.2 las condiciones que deben cumplir las conexiones de los captadores:

- Se debe prestar especial atención a la estanquidad y durabilidad de las conexiones del captador.
- Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos.

Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

- Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de A.C.S. se podrán conectar en serie hasta 10 m² en las zonas climáticas I y II (como es nuestro caso), hasta 8 m² en la zona climática III y hasta 6 m² en las zonas climáticas IV y V.

- La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

La disposición más adecuada es la de captadores conectados en paralelo, cuyas filas se conectan también en paralelo, pero razones de espacio y economía pueden imposibilitar a veces esta solución. El equilibrado hidráulico es un requisito reiteradamente expuesto, por lo que hay que realizar el diseño cuidadosamente para evitar que existan recorridos preferentes que puedan originar que algunos grupos de captadores no reciban el caudal suficiente de fluido caloportador para su correcto funcionamiento.

El método aconsejado en general para lograr el equilibrado consiste en el adecuado diseño de los recorridos de tubería, con "retorno invertido", diseñando el trazado del circuito de modo que no haya recorridos de menor longitud de tuberías. Si se cumple esta condición y la pérdida de carga unitaria por metro de tubería no presenta grandes diferencias entre los diferentes tramos, el circuito queda equilibrado.

En nuestro caso realizaremos el conexionado de los 3 captadores en serie, circulando por todo el circuito el mismo caudal, el cual dependerá del caudal nominal especificado por el fabricante de cualquiera de los captadores puesto que son todos iguales.

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por m² del captador, de su superficie y del número de ellos. El apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, establece que el caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto. En su defecto su valor estará comprendido entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m² de red de captadores, lo que equivale a 43,2 l/hm² y 72 l/hm², respectivamente.

También dice el mismo apartado 3.3.5.1 de la Sección HE4 que, en las instalaciones en las que los captadores estén conectados en serie, el caudal de la instalación se obtendrá aplicando el criterio anterior y dividiendo el resultado por el número de captadores en serie. Se aprecia nuevamente la importancia de la visión global al proyectar el circuito, porque decisiones aisladas como la conexión de los captadores influyen en el conjunto.

Un valor medio de $50 \text{ l}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ de captación solar, para captadores solares conectados en paralelo, es apropiado para lograr una transferencia adecuada de la energía captada, y es el que se utilizará en este proyecto.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores, porque la conexión distribuye el fluido de forma independiente en cada captador. Sin embargo, una conexión en serie mantiene el caudal constante, siendo el mismo fluido el que atraviesa todos los captadores que componen la fila, aumentando su temperatura en cada paso, aunque con un rendimiento menor.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N$$

Ecuación 3.7.2.7.1.1

Donde:

Q - caudal total del circuito primario, en l/h .

Q_{captador} - caudal unitario del captador, en $\text{l}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$.

A - superficie de un captador solar, en m^2 .

N - nº de captadores en paralelo, entendiendo que el caudal de una serie equivale a un único captador.

En nuestro caso no hay captadores en paralelo, por tanto no tendremos que multiplicar el caudal unitario de cada captador.

El dimensionado de las tuberías del circuito primario se realiza de la forma habitual de cualquier circuito hidráulico, según las leyes de la dinámica de fluidos en los tubos de sección constante.

En cuanto al diseño de los tramos hay que considerar que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tres variables del cálculo de una tubería son el caudal en el tramo, la pérdida de carga por rozamiento y la altura piezométrica o presión en el conducto. En los circuitos de las instalaciones de energía solar térmica la altura piezométrica se

considera a priori igual a cero, debiendo la bomba de circulación proporcionar la necesaria para el movimiento del líquido.

La ecuación de continuidad establece la relación entre el caudal Q, la velocidad v y la sección S, en la tubería de sección constante:

$$Q = v \times S = (v \times \pi \times D_2) / 4$$

Ecuación 3.7.2.7.1.2

Siendo:

Q - caudal, en m³/s.

V - velocidad, en m/s.

S - sección interior de la tubería, en m².

D - diámetro interior de la tubería, en m.

Utilizando las unidades más habituales, teniendo en cuenta que 1 l/h=278 • 10⁻⁷ m³/s, y simplificando la fórmula, se puede obtener despejando la velocidad la expresión siguiente:

$$v = 0,354 \times Q/D^2$$

Ecuación 3.7.2.7.1.3

Donde:

V - velocidad, en m/s.

Q - caudal, en l/h.

D - diámetro interior de la tubería, en mm.

Partiendo de un caudal dado, la elección de una velocidad idónea es un factor que se debe ponderar cuidadosamente tanto por cuestiones acústicas, ya que por encima de 1,5 m/s resulta muy ruidosa, como por el depósito de material disuelto, ya que por debajo de 0,5 m/s se producen incrustaciones. Como la Sección HE4 no contiene indicación alguna al respecto, se puede recomendar:

- En derivaciones interiores, no superar 1 m/s.
- En acometidas y distribuidores, puede llegar a 1,5 m/s.
- En exterior y cámaras de instalaciones, hasta 2,5 m/s.

Con estos valores de la velocidad, conociendo el caudal, puede calcularse la sección de la tubería.

El otro aspecto a tener en cuenta en el dimensionado de las tuberías es la pérdida de carga. Los conductos oponen resistencias al fluido resultante debido a rozamiento. Se trata de un fenómeno complejo que ha sido objeto de numerosos estudios desde las investigaciones de Bernuilli en el siglo XVIII, y cuyo resultado es la pérdida de la altura piezométrica, o de presión, en el circuito que hay que compensar mediante el impulso de una bomba, puesto que la presión inicial en el caso de estos circuitos es cero.

Existen numerosas expresiones empíricas que proporcionan unos resultados aproximados de la pérdida de carga unitaria de un tramo recto de tubería en función del diámetro y de la velocidad o el caudal. El cálculo de caudales se fundamenta en el Principio de Bernuilli que, para un fluido sin rozamiento, se expresa como:

$$h + \frac{v^2}{2g} + \frac{P}{\rho} = \text{constante}$$

Ecuacion 3.7.2.7.1.4

Donde:

G - aceleración de la gravedad.

ρ - peso específico del fluido.

P - presión.

El enunciado de este principio es que a lo largo de toda corriente fluida la energía total por la unidad de masa es constante, estando constituida por la suma de presión, la energía cinética por unidad de volumen y la energía potencial igualmente por unidad de volumen. Se aprecia que los tres sumandos tienen unidades de longitud, por lo que el principio normalmente se expresa en hidrodinámica enunciando que, a lo largo de una línea de corriente, la suma de la altura geométrica, la altura de velocidad y la altura de presión se mantiene constante.

La ecuación entre dos puntos 1 y 2 se puede expresar como:

$$h_1 + \frac{v_{12}^2}{2g} + \frac{P_1}{\rho} = h_2 + \frac{v_{22}^2}{2g} + \frac{P_2}{\rho} + \text{perdidas}(1,2)$$

Ecuación 3.7.2.7.1.5

Siendo “pérdidas (1,2)” la pérdida de energía (o de altura) que sufre el fluido por rozamiento al circular entre el punto 1 y el punto 2. Esta ecuación es aplicable tanto al flujo por tuberías como al flujo por canales y ríos.

Si llamamos L a la distancia entre los puntos 1 y 2, medidos a lo largo de la conducción, el cociente pérdidas (1-2)/L representa la pérdida de altura por unidad de longitud de conducción. A este valor se le llama pendiente de la línea de energía y se le denomina J en hidráulica, aunque a partir de aquí se emplea la forma más habitual en fontanería $P_{dc\text{unitaria}}$.

En el caso de las tuberías de sección circular constante, de acuerdo con el principio de continuidad de la vena líquida, el agua se traslada en un conducto a sección llena y velocidad constante, por lo que si una rodaja diferencial de masa m y espesor Δl , se traslada entre dos puntos, por el principio de conservación de la energía, se puede poner:

$$mg \cdot H + \frac{1}{2} mv^2 = 0 + \frac{1}{2} mv^2 + R$$

Ecuación 3.7.2.7.1.6

Donde R representa la pérdida de energía producida por el rozamiento de la rodaja diferencial, que será por tanto directamente proporcional a la longitud L recorrida, a la altura geométrica H, correspondiente a dicho recorrido lineal, cuyo valor es $H = v^2/2g$ cuando la altura piezométrica es nula, e inversamente proporcional al diámetro D del tubo, resultando la siguiente expresión, con un coeficiente de proporcionalidad γ :

$$R = mg \cdot H = \gamma (v^2/2g) L (1/D)$$

Ecuación 3.7.2.7.1.7

Donde mg representa el peso unitario, siendo equivalente en el caso del agua a:

$$mg = \rho \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \Delta l$$

Ecuación 3.7.2.7.1.8

Por lo que en el caso del agua:

$$\rho \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \Delta l \cdot H = \gamma \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot L/D$$

Ecuación 3.7.2.7.1.9

Por otra parte, la pérdida unitaria $J P_{dc_{unitaria}}$ es la relación entre H y L por lo que, sustituyendo y despejando, resulta la fórmula general de pérdidas de carga, por unidad de longitud, de los conductos circulares a sección llena:

$$P_{dc_{unitaria}} = \lambda v^2 / 2gD$$

Ecuación 3.7.2.7.1.10

Donde:

$P_{dc_{unitaria}}$ - pérdida de carga en metro de columna de agua por metro lineal de tubería (m.c.a./m).

V - velocidad media circulante, en m/s.

g - aceleración de la gravedad, en m/s^2 .

D - diámetro interior de la tubería en m.

$\lambda = 4\gamma/\Delta l$ - coeficiente de rozamiento del material del tubo, adimensional.

La práctica de la ingeniería hidráulica ha conducido al desarrollo de numerosas fórmulas experimentales, o derivadas de las ecuaciones fundamentales pero matizadas mediante números adimensionales, particularizando para los distintos materiales utilizados, o bien para límites de secciones del conducto. Podemos mencionar la ecuación de Flamant, para tuberías de menos de 50 mm de diámetro, que es la empleada habitualmente en los cálculos de suministro de agua en instalaciones interiores.

Su expresión es:

$$P_{dc_{unitaria}} = F \times v^{1.75} / D^{1.25}$$

Ecuación 3.7.2.7.1.11

Donde:

$P_{dc_{unitaria}}$ - pérdida de carga, en m de columna de agua por metro lineal de tubería (m.c.a./m).

v - velocidad media circulante, en m/s.

D - diámetro interior de la tubería, en m.

F - constante del material de la tubería.

Hay autores que adoptan para el cálculo la fórmula de Flamant con un coeficiente de rugosidad único sea cual sea el tipo de tubería, por considerar que, pasado un cierto tiempo de utilización, la rugosidad relativa no es la del metal de origen, sino la resultante del material depositado por el agua en la cara interna de la tubería.

En el caso de que el líquido caloportador no sea agua, sino que se utilice una mezcla de agua y anticongelante a base de glicol, la pérdida de carga unitaria obtenida por la fórmula anterior deberá multiplicarse por 1,3 para tener en cuenta la mayor viscosidad del fluido.

Puede ser necesario, en ocasiones, relacionar el diámetro con el caudal en lugar de relacionarlo con la velocidad. Una de las expresiones, obtenidas a partir de la fórmula de Flamant, es la que se propone a continuación y es aplicable para tuberías de paredes lisas de cobre, por las que circula agua caliente sin aditivos.

$$Pdc_{unitaria} = 378 \times Q^{1.75} / D^{4.75}$$

Ecuación 3.7.2.7.1.12

Donde:

$Pdc_{unitaria}$ - pérdida de carga en mm de columna de agua por metro lineal de tubería (mm.c.a./m).

Q - caudal de circulación por la tubería, en l/h.

D - diámetro interior de la tubería, en mm.

Además de las pérdidas de carga lineales, existen en las tuberías otras debidas a las piezas especiales existentes en el circuito, tales como accesorios, derivaciones, curvas, cambios de sección, llaves, etc., que se denominan aisladas, puntuales o locales. Para el cálculo de las pérdidas de cargas aisladas, o locales, existen varios sistemas:

- El denominado método cinético, el de las longitudes equivalentes y el de aumento de rozamiento de las tuberías (habitualmente un 15%) por las pérdidas locales. El método cinético es el más exacto, pero excesivamente complicado para los usos habituales de los circuitos hidráulicos.

- El método de aumento de rozamiento de las tuberías por las pérdidas locales, consiste en incrementar las pérdidas lineales en un porcentaje, habitualmente un 15%.

Para compensar dichas pérdidas. Aunque parece poco riguroso, diversos estudios han llegado a la conclusión de que sus valores son bastante aproximados a los de los otros métodos.

Los valores de cada pérdida de carga equivalente dependen del tipo de singularidad, material, sección de la tubería y datos de fabricación. Por ello estos datos suelen ser proporcionados por los fabricantes, aunque existen tablas genéricas con valores medios aproximados, que pueden utilizarse para el cálculo si no se dispone de otros datos más precisos del fabricante o suministrador.

Accesorio	Diámetro nominal de la tubería								
	12	18	22	28	35	42	54	66,7	76,1
Curva de 45°	0,20	0,34	0,43	0,47	0,56	0,70	0,83	1,00	1,18
Codo de 90°	0,38	0,50	0,63	0,76	1,01	1,32	1,71	1,94	2,01
Curva de 90°	0,18	0,33	0,45	0,60	0,84	0,96	1,27	1,48	1,54
Reducción	0,20	0,30	0,50	0,65	0,85	1,00	1,30	2,00	2,30
T confluencia en ramal	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
T derivación a ramal	1,50	1,68	1,80	1,92	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80
Válvula antirretorno de clapeta	0,20	0,30	0,55	0,75	1,15	1,50	1,90	2,65	3,40
Válvula de compuerta	0,14	0,18	0,21	0,26	0,36	0,44	0,55	0,69	0,81
Válvula de asiento inclinado	1,10	1,34	1,74	2,28	2,89	3,46	4,53	5,51	6,69

Tabla 3.7.2.7.1.1

3.7.3 INSTALACIÓN OBJETO DEL PROYECTO

3.7.3.1 COLECTORES SOLARES

El colector solar empleado tendrá las siguientes características:

Características		Unidades	Valores
Dimensiones	Altura x anchura x grosor	mm	2200 x 1090 x 90
	Área total	m ²	2,4
	Área de apertura	m ²	2,17
Hidráulica	Conexiones	mm	BSP hembra 3/4"
	Volumen de fluido caloportador	l	1,26
	Tipo de fluido	-	Agua o agua glicolada
	Presión máxima de trabajo	bar	8
	Caudal recomendado	l/h·m ²	45
	Temperatura estancamiento	°C	197
Peso	Vacio	Kg	43
Pérdida de carga	126 l/h	mbar	0.8
	216 l/h	mbar	1
Curva de rendimiento	Coeficiente óptico (η_{GA})	%	72,96%
	K1	W/m ² k	2,51
	K2	W/m ² k ²	0,038

Tabla 3.7.3.1 - Características del colector solar SOLARIA 2.4 AL S8

3.7.3.2 TUBERÍAS

Como todos los colectores solares son iguales y están conectados en serie, por ellos siempre circulará el mismo caudal, de modo que aplicando el caudal recomendado por el fabricante, 45 l/h m², como tenemos 3 colectores de 2,17 m² la superficie total es de 6,51 m². El caudal recomendado es por tanto de 292,95 l/h. Sabiendo que dispone de 3 conexiones de 3/4" de diámetro podremos obtener que, para el caudal recomendado, tendremos una velocidad del fluido de 0,287 m/s. Con estos datos obtendremos las pérdidas de carga lineales en cada tramo.

Tramo de tubería	Caudal l/h	Diámetro interno en pulgadas	Velocidad m/s	Perd. Lineales m.c.a./m	Longitud m	P. Totales m.c.a.
1	292,95	3/4	0,287	0,0053141	15	0,07971
2	292,95	3/4	0,287	0,0053141	8	0,04251
3 / 4 / 5	292,95	3/4	0,287	0,0053141	0,8	0,00425

Podemos ver que debido a la velocidad del fluido las pérdidas de carga son casi nulas.

Además de las pérdidas de carga lineales, existen en las tuberías otras debidas a las piezas especiales existentes en el circuito, tales como accesorios, derivaciones, curvas, cambios de sección, llaves, etc., que se denominan aisladas, puntuales o locales:

- En el circuito primario existen 9 codos de 90° que suponen una pérdida de carga de $9 \times 0,12 = 0,00108$ mca.
- Además los captadores solares introducen una pérdida de carga de $3 \times 10 = 0,03$ mca.
- Las válvulas de seguridad de los captadores introducen una pérdida de carga de $3 \times 0,12 = 0,00036$ mca.
- Las válvulas de cierre de entrada y salida del circuito introducen una pérdida de carga de 0,00012 mca.
- Los purgadores introducen una pérdida de carga de $0,12 \times 3 = 0,00036$ mca.
- La pérdida de carga en el grupo de bombeo es de 0,2 mca.

Por todo ello el total de pérdidas de carga por elementos aislados es de 0,23192 mca.

Las tuberías deben estar convenientemente aisladas. El RITE establece el grosor mínimo del aislamiento de las tuberías en función de la temperatura máxima de fluido que circula por su interior y el diámetro de la canalización. Cuando los componentes estén aislados al exterior, el espesor indicado en las tablas anteriores será incrementado, como mínimo, en 10 mm para fluidos calientes.

Estos espesores mínimos son válidos para materiales de aislamiento con una conductividad térmica λ igual a 0,040 W/(m K) a 20 °C. Para materiales de aislamiento con una conductividad λ , diferente de W/(m K), el RITE indica la siguiente expresión para el cálculo del espesor mínimo e :

$$e = D_i/2 [\text{EXP} (\lambda/0.04 \times \ln \times D_i + 2 \times e_{\text{ref}}/D_i) - 1]$$

Ecuación 3.7.3.2.1

Donde:

e - espesor mínimo del aislamiento, en mm.

e_{ref} - espesor mínimo del aislamiento según tabla.

D_i - diámetro interior del aislamiento, en mm.

λ_i - conductividad térmica del material de aislamiento, en W/(K).

λ_{ref} - conductividad térmica de referencia 0,040 W/(m K).

EXP - significa función exponencial del número e (2,7183).

Se utilizarán en todos los conductos del circuito primario envolventes aislantes de 50 mm.

3.7.3.3 BOMBA

La circulación del fluido caloportador es semejante al de un sistema convencional de calefacción o A.C.S., realizándose con ayuda de bombas de circulación, o circuladores. Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, no la presión hidrostática porque la columna de agua ejerce fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose sus efectos.

Los dos valores característicos de una bomba de circulación son la altura manométrica H que proporciona la bomba o pérdida de carga que es capaz de vencer, y el caudal de circulación Q , cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

La bomba del circuito primario de captación debe elegirse a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación y la altura manométrica del punto de funcionamiento. La altura manométrica H de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías.
- La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador.
- La pérdida de carga de los captadores solares.

$$H = Pdc_{\text{tuberías}} + Pdc_{\text{intercambiador}} + Pdc_{\text{captadores}}$$

Ecuación 3.7.3.3.1

Las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor $Pdc_{\text{intercambiador}}$, y en los captadores solares es una información que deben suministrar los fabricantes de estos componentes. En el caso de los captadores solares se suministra una curva de pérdida de carga en función del caudal de circulación, obtenida mediante un ensayo en laboratorio. Conocidos estos dos valores, Q y H , se selecciona una bomba cuya curva característica esté por encima del punto de funcionamiento de diseño. Para obtener con precisión el caudal real deseado, es posible instalar una válvula de equilibrado hidráulico en el tramo general de circuito primario, ajustada en la posición adecuada.

En la instalación objeto del presente proyecto se instalará una de bomba de circulación marca Wilo modelo Stratos ECO (o equivalente) para un caudal máximo de 2500 l/h y una altura de impulsión máxima de 5 m.

3.7.3.4 VASO DE EXPANSIÓN

El volumen del vaso de expansión depende del volumen total de fluido en el circuito primario de la instalación y del coeficiente de dilatación en función de la mezcla de agua y anticongelante del fluido caloportador y del salto térmico producido en las condiciones extremas de la instalación. Si el vaso de expansión es cerrado, caso habitual, también interviene el factor de presión, o relación entre la presión final absoluta del vaso de expansión (o presión de tarado de la válvula de seguridad) y la diferencia entre las presiones absolutas final e inicial del vaso de expansión. Para calcular el volumen de un vaso de expansión cerrado se emplea la siguiente fórmula:

$$V_{\text{vaso}} = V \times n \times Pf / Pf - Pi$$

Ecuación 3.7.3.4.1

Donde:

V_{vaso} - volumen del vaso de expansión, litros.

V - volumen de fluido caloportador en el circuito primario, litros.

n - coeficiente de dilatación, adimensional.

P_f - presión absoluta final del vaso de expansión, kg/cm^2 .

P_i - presión absoluta inicial del vaso de expansión, kg/cm^2 .

La fracción $P_f / (P_f - P_i)$ se denomina factor de presión F , y representa el cociente entre la presión final y la diferencia entre las presiones final e inicial. Como valor de P_f suele partirse del valor de la presión correspondiente al tarado de la válvula de seguridad, P_{vs} , que es la máxima a la que la instalación puede funcionar y constituye el límite que nunca se debe alcanzar durante las condiciones de operación, incluso en estado de estancamiento. La presión de la válvula de seguridad se elige en función de las presiones nominales de los componentes del circuito primario. Estos a menudo tienen una presión nominal de 10 bar, mientras que la de 6 bar suele ser bastante común en las instalaciones pequeñas.

Para obtener la presión absoluta, el valor de tarado de la válvula de seguridad debe incrementarse en 1 kg/cm^2 , que es la presión atmosférica, y aplicar un valor reductor de 0,90, porque si el límite fuera el mismo que el de la válvula ésta podría dispararse frecuentemente. Con esto resulta:

$$P_f = 0,90 P_{vs} + 1$$

Ecuación 3.7.3.4.2

La presión inicial, P_i , de llenado del circuito será como mínimo de $0,5 \text{ kg/cm}^2$ al nivel de los captadores solares para evitar la entrada de aire en el circuito, a la que se suma 1 por la presión atmosférica ($P = 1,5 \text{ kg/cm}^2$ de presión absoluta). A este valor deberá añadirse la presión correspondiente a la altura de la columna de agua situada sobre el vaso, o presión estática P . Si la diferencia de cota existente entre el punto más alto de la instalación y la posición del vaso es de 10 m, la presión estática a añadir será de 1 kg/cm^2 de presión relativa (es decir, 2 kg/cm^2 de presión absoluta). En este caso, el valor de P sería de $2,5 \text{ kg/cm}^2$ de presión absoluta. Es decir:

$$P_i = P_{\text{est}} + 0,5 + 1$$

Ecuación 3.7.3.4.3

Hay que tener en cuenta que cuando se habla de presiones en kg/cm^2 , en realidad se está hablando de kilopondio, o kilogramo fuerza:

$$kp = 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ N}$$

Ecuación 3.7.3.4.4

Al convertir de metros a centímetros resulta una equivalencia de $1 \text{ kp/cm}^2 = 9,81 \text{ N/cm}^2 \times 10.000 \text{ cm}^2/\text{m}^2 = 98.100 \text{ N/m}^2$ (Pascuales) $1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa} = 0,968 \text{ kp/cm}^2$. Es decir, cuando se habla de un kg/cm^2 , que es lo mismo que decir 1 bar, unidad de presión que no corresponde con el Sistema Internacional, cuya unidad de medida es el Pascal, se está hablando de la presión en kilopondios equivalente a una atmósfera, con un pequeño error.

El coeficiente de dilatación, n , de la mezcla depende de su composición y del salto térmico, si consideramos la dilatación desde 4°C hasta 100°C , el valor para agua sin aditivos, es igual a 0,043. En el caso de que se utilice agua con anticongelante y no se disponga de información concreta respecto a la dilatación de la mezcla, se puede tomar un valor igual a 0,08. Se aconseja, en general, seguir las instrucciones del fabricante de los productos anticongelantes.

Respecto a su posición en el circuito, el apartado 3.3.5.4 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, indica que los vasos de expansión se conectarán preferentemente en la aspiración de la bomba, y que la altura a la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure que el fluido no se desborda y no se introduce aire en el circuito primario. La conexión al circuito primario debe realizarse de forma directa, sin intercalar ninguna válvula o elemento de cierre que pueda aislar el vaso de expansión del circuito que debe proteger.

Aplicando las formulas anteriores obtenemos los siguientes datos y el volumen del vaso de expansión.

Volumen de fluido caloportador en el circuito primario es igual a la sección de la tubería de 3/4" de diámetro interior por la longitud total del circuito.

$$A = \pi r^2 = \pi \times 0,0095^2 = 0,00028353 \text{ m}^2$$

Ecuación 3.7.3.4.5

$$V_{TUBERIAS} = A \times L = 0,00028353 \text{ m}^2 \times 24 \text{ m} = 0,006805 \text{ m}^3 \times 1000 = 6,805 \text{ l}$$

$$V_{COLECTORES} = 1,26 \times 3 = 3,78 \text{ l}$$

$$V = V_{TUBERIAS} + V_{COLECTORES} = 6,805 \text{ l} + 3,78 \text{ l} = 10,58 \text{ l}$$

Ecuación 3.7.3.4.6

Presión válvula de seguridad

$$P_{VS} = 6 \text{ bar}$$

Presión absoluta final del vaso de expansión.

$$P_f = 6,4 \text{ kg/cm}^2$$

Presión absoluta inicial del vaso de expansión.

$$P_i = 1,5 \text{ kg/cm}^2$$

Coeficiente de dilatación, $n=0,08$

Volumen del vaso de expansión.

$$V_{VASO} = V \times n \times \frac{P_f}{P_f - P_i} = 10,58 \text{ l} \times 0,08 \times \frac{6,4 \text{ kg/cm}^2}{6,4 \text{ kg/cm}^2 - 1,5 \text{ kg/cm}^2} = 1,11 \text{ l}$$

Ecuación 3.7.3.4.7

Como el vaso de expansión más pequeño es de 8 litros nos vale.

3.7.3.5 PURGAS DE AIRE

El CTE establece que en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

3.7.3.6 VÁLVULA DE SEGURIDAD

La válvula de seguridad es un dispositivo de protección de los componentes de la instalación frente a las variaciones de presión y temperatura. El DB HE del CTE en el apartado 3.4.6, de la Sección HE4, establece que las válvulas de seguridad deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

El RITE, en la IT 1.3 establece que en todos los circuitos cerrados de líquidos o vapores se dispondrá, por lo menos, de una válvula de seguridad cuya apertura impida el aumento de presión interior por encima de la de timbre. Su descarga será visible y estará conducida a un lugar seguro.

La válvula de seguridad debe tener, para su control y mantenimiento, un dispositivo de accionamiento manual tal que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de la misma. En los circuitos en contacto con la atmósfera dicha válvula puede ser sustituida por un tubo de seguridad.

La presión a la que se abre es lo que se denomina tarado de la válvula de seguridad, y debe ser inferior a la presión máxima que pueda soportar el elemento más débil de la instalación, que suele ser el vaso de expansión cerrado.

Como valores orientativos, la presión máxima de los componentes es de 10 bar, siendo la presión de la válvula en instalaciones pequeñas y medianas aproximadamente de 3 bar y en las instalaciones grandes hasta 7 bar.

3.7.3.7 CIRCUITO HIDRAÚLICO SECUNDARIO

El circuito secundario es obligatorio, de acuerdo con el apartado 3.2.2, de la Sección HE4, del DB HE del CTE, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. El circuito secundario va del intercambiador externo al acumulador, o del interacumulador a la instalación de apoyo de energía convencional auxiliar, dependiendo del esquema de la instalación. En el primer caso será necesario un circuito terciario, pero es un sistema más eficiente energéticamente.

En nuestro caso nos encontramos ante el segundo supuesto ya que la conexión se realiza directamente del interacumulador al los colectores.

3.7.3.8 CIRCUITO HIDRÁULICO DE DISTRIBUCIÓN DE A.C.S.

El circuito hidráulico de distribución del agua caliente sanitaria para el consumo tiene diversas configuraciones, según el esquema elegido para la instalación. La forma de cálculo es igual a la de cualquier instalación de distribución de A.C.S. La normativa de aplicación es el DB HS Salubridad, del CTE, en su Sección HS4 Suministro de agua, cuyo apartado 4.2.1, dimensionado de los tramos, dice:

1. El dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento, como a su altura geométrica.

2. El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo con este procedimiento:

a) El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo a la tabla 2.1.

b) Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado.

c) Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

d) Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s.

e) Obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

El apartado 4.4.1, Dimensionado de las redes de impulsión de A.C.S., de la Sección HS4, del DB HS, dice que para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se seguirá el mismo método de cálculo que para las redes de agua fría. También habrá que tener en cuenta el RITE.

La temperatura es la de consumo, y los materiales son los admitidos para suministro de A.C.S., que se comentaron anteriormente.

3.7.3.7 SISTEMA DE ENERGÍA CONVENCIONAL AUXILIAR

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, el DB HE del CTE en el apartado 3.3.6, de la Sección HE4, establece que las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar, con la limitación de que queda prohibido su uso en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

3.7.3.10 SISTEMA DE CONTROL

Una instalación solar térmica nunca funcionaría correctamente sin un adecuado sistema de control. Este sistema asume la función de regular los flujos de energía entre los captadores, el acumulador y el consumo. El proceso tiene dos fases:

- El control del proceso de carga, que tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y de transferirla al acumulador de manera eficaz.
- El control del proceso de descarga, para garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

En cualquier caso, el concepto básico es favorecer el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar, y no al revés. El DB HE del CTE en el apartado 3.3.7, Sistema de control, de la Sección HE4, establece las condiciones que debe cumplir este componente de la instalación, tal como se reproduce a continuación:

1. El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

2. En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.

3. Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

4. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

5. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.

6. Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar.

7. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

En base a este conjunto de prescripciones, la cuestión más importante a la hora de diseñar una instalación solar térmica es que el control de la misma debe ser diferencial, es decir, se deben realizar mediciones entre la zona más caliente y la más fría de la instalación, actuando en consecuencia.

La regulación en las instalaciones de energía solar consiste básicamente en medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el acumulador, y disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el

circuito primario se establezca o no circulación de fluido, en función de que el momento sea o no favorable para conseguir un incremento neto de la energía útil acumulada.

3.7.3.11 CONFIGURACIÓN CON ACUMULACIÓN SOLAR CENTRALIZADA

La regulación de una instalación solar térmica con acumulación centralizada consiste en la puesta en marcha y la detención de las bombas de circulación en función de las condiciones existentes en cada momento. Para realizar estas funciones se emplean termostatos diferenciales con al menos dos sondas de temperatura:

- ✓ si $T_1 - T_2 > 6 \text{ o } 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$, la bomba se pone en marcha
- ✓ si $T_1 - T_2 < 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, la bomba se detiene.

Una sonda de temperatura, la sonda caliente T_v se sitúa a la salida de uno de los grupos de captadores solares, de modo que su lectura sea representativa de la temperatura en los captadores. La segunda sonda, la sonda fría T , se sitúa en la parte inferior del acumulador solar del que parte la conexión hacia el intercambiador.

El termostato diferencial pone en marcha la bomba cuando la temperatura de la sonda caliente de los captadores supera en unos 4 o 7 $^{\circ}\text{C}$ a la temperatura de la sonda fría situada en el acumulador y lo detiene cuando la diferencia es inferior a unos 2 $^{\circ}\text{C}$, de acuerdo con el apartado 3.3.7, de la Sección HE4.

El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 $^{\circ}\text{C}$ y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 $^{\circ}\text{C}$. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 $^{\circ}\text{C}$.

Los saltos de temperatura entre T_1 y T_2 para la regulación de la bomba del circuito secundario pueden ser modificados con la instalación en marcha para optimizar su funcionamiento.

El circuito de distribución tiene una regulación independiente, mediante un termostato diferencial, con la sonda caliente situada en la parte superior del acumulador

centralizado y la sonda fría instalada en la canalización de retorno del circuito de distribución, con los mismos saltos térmicos para la puesta en marcha y la detención.

3.7.3.12 SISTEMA DE MEDIDA

Las instalaciones solares térmicas, al igual que todas las instalaciones que conducen fluidos a presión y temperaturas elevadas, suelen incluir una serie de elementos de medida, que son de gran utilidad para evaluar su funcionamiento y cuantificar sus prestaciones reales, siendo obligatorios en algunos casos y en otros no, dependiendo del volumen de la instalación. Ya se ha visto, en el apartado del sistema de control, que son necesarios al menos los siguientes:

- Termómetro en el circuito primario solar, a la salida de los captadores solares.
- Termómetro en el circuito primario solar, en el retorno hacia los captadores solares, para evaluar el salto térmico en los intercambiadores, en su caso.
- Termómetro en el punto más frío de la acumulación solar.

Son necesarios también:

- Manómetro para conocer la presión del circuito primario de captadores.
- Manómetro en el circuito secundario o en la acumulación solar.
- Termómetro para comprobar la temperatura de distribución o utilización.

El apartado 3.3.8 de la Sección HE4 establece la obligatoriedad, a efectos de comprobación futura del rendimiento de la instalación, de instalar además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m² al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- a) Temperatura de entrada agua fría de red.
- b) Temperatura de salida acumulador solar.
- c) Caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo. Estos datos serán necesarios para el seguimiento de

la Calificación Energética de los edificios, cuando se realice la transposición a nuestro país de la Directiva Europea.

Dependiendo de la instalación pueden aparecer otros mecanismos, como, por ejemplo, contadores divisionarios de agua caliente sanitaria.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ANEXO VIII: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

ÍNDICE

3.8 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	4
3.8.1. OBJETO DEL ANEXO.....	4
3.8.2 NORMATIVA APLICADA	4
3.8.3 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN ZONA DE OFICINAS	5
3.8.3.1 INTRODUCCIÓN	5
3.8.3.2 DATOS DE PARTIDA	6
3.8.3.2.1 Distribución y superficie.....	6
3.8.3.2.2 Condiciones termohigrométricas a mantener dentro de los locales.	6
3.8.3.2.3 Horario de funcionamiento y ocupación.....	7
3.8.3.2.4 Coeficientes de transmisión.....	8
3.8.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	8
3.8.3.3.1 Sistema adoptado.....	8
3.8.3.3.2 Sistema de condensación de los acondicionadores.....	9
3.8.3.3.3 Características técnicas de equipos y rejillas.....	9
3.8.3.3.3.1 Equipos de climatización.....	9
3.8.3.3.3.2 Equipos de ventilación y renovación de aire	16
3.8.3.3.3.3 Rejillas de la instalación.....	19
3.8.3.3.4 Automatismos, controles y protecciones.....	21
3.8.3.3.4 Refrigerante, tuberías y régimen de trabajo de los grupos.....	22
3.8.3.3.5 Tipo de combustible.	23
3.8.3.3.6 Cumplimiento de las IT	23
3.8.3.3.6.1 Condiciones termohigrométricas a mantener dentro de los locales.	23
3.8.3.3.6.2 Calidad de aire interior y ventilación.....	24
3.8.3.3.6.3 Condiciones de higiene.....	25
3.8.3.3.6.4 Sala de máquinas	25
3.8.3.3.6.5 Aislamiento térmico.....	26
3.8.3.4 CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	27
3.8.3.4.1 Parámetros y fórmulas justificativas empleadas	27
3.8.3.4.2 Cálculos justificativos de cargas térmicas.....	30
3.8.3.4.3 Cálculos justificativos para los conductos de las cajas de ventilación	42
3.8.4 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN ZONA DE TALLER	45

3.8.4.1 INTRODUCCIÓN	45
3.8.4.2 DATOS DE PARTIDA	45
3.8.4.2.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias	46
3.8.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	47
3.8.4.3.1 Características técnicas de los equipos y accesorios	49
3.8.4.3.1.1 Caja de ventilación de impulsión	49
3.8.4.3.1.2 Caja de ventilación de extracción.....	51
3.8.4.3.1.3 Rejillas taller	52
3.8.4.3.1.4 Compuertas sobrepresión zona taller.....	53
3.8.4.3.2 Características de la construcción	54
3.8.4.3.2.1 Dimensionado teórico	54
3.8.4.3.2.2 Productos de construcción y ejecución.	54
3.8.4.3.2.3 Sistema final proyectado.....	55
3.8.4.3.2.4 Detección de CO ₂ y evacuación de humos.	57
3.8.4.3.2.5 Desclasificación del garaje.....	58
3.8.4.3.2.6 Mantenimiento y conservación.....	62
3.8.4.3.3 Cálculos justificativos	62

3.8 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

3.8.1. OBJETO DEL ANEXO.

El objeto del presente anexo de climatización es el de fijar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización obteniendo así la puesta en servicio final de la instalación.

Por lo tanto, el objeto final de este anexo no es otro que el de definir claramente todos los equipos y accesorios que componen la instalación, así como los cálculos justificativos de los mismos, que conformarán la memoria justificativa necesaria para su legalización en el Ministerio de Industria. Como se verá más adelante, al ser una instalación de menos de 70 kW, el RITE (Art.15 cap. III) establece que no es necesaria la realización de proyecto.

El presente anexo se dividirá principalmente en dos partes: la zona climatizada propia de las oficinas (que incluirá también la renovación de aire correspondiente por RITE, así como la ventilación en aseos y vestuarios) y por otro lado, la zona de taller considerada también como una zona de aparcamiento, con normativa específica.

3.8.2 NORMATIVA APLICADA

La instalación (taller mecánico con aporte de energías renovables) cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente (tanto para climatización como para únicamente las zonas de ventilación), y en particular la que se enumera a continuación:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas IT (Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio).
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (IT), versión consolidada por el RD 238/2013 del 5 de Septiembre de 2013.
- La Norma Básica de Condiciones Acústicas en los Edificios, Real Decreto 2115/1982.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Decreto 842/2002 e Instrucciones complementarias.
- El Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, Decreto 2414/1961.
- El Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, Real Decreto 3099/1977.
- El Real Decreto 314/2006 del 17 de Marzo por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación (CTE).
- La Norma NBE-CT-79, Decreto 2429/1979.
- Ordenanzas municipales y normas particulares de la Empresa Suministradora.

3.8.3 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN ZONA DE OFICINAS

3.8.3.1 INTRODUCCIÓN

La zona de oficinas se caracteriza por ser un amplio espacio de dos plantas, con numerosas divisiones y pocas zonas diáfanas. Quizás la única zona abierta en este espacio sea la zona de hall-recepción, que al ser una zona de trabajo o espera, debe ser climatizada.

Por tanto, hay cuatro zonas claramente diferenciadas a climatizar: el hall-recepción situado en la planta baja, y los tres despachos independientes ubicados en la planta alta: despacho de administración, despacho de gerencia y sala de reuniones.

Todas las dependencias serán climatizadas con unidades interiores tipo cassette de 4 vías, debido a que son cuatro espacios limitados de geometría cuadrada, bien separados e independientes, sin ningún tipo de obstáculo intermedio (como son columnas o similar) que puedan dificultar el reparto uniforme de aire en las salas. Como se citaba anteriormente, en la planta baja, se sobredimensionará el equipo cassette al ser un espacio más abierto y expuesto a las corrientes generadas por la puerta de entrada y salida. Los equipos cassette de climatización son equipos de falso techo, que simplifican la realización de la instalación y la mano de obra (y por tanto, son más económicas por regla general) con respecto a instalaciones con equipos de conductos. Se dimensiona la instalación teniendo en cuenta que se dispone de un falso techo de 40 cm.

No se instalará un equipo de recuperación de calor al no ser necesario por nivel de ocupación según RITE 2007, como se justificará a lo largo de este anexo. Sin embargo, si se realizará la obligatoria renovación de aire mediante equipos de extracción e impulsión filtrada de aire, tanto directamente a los cassettes como a otras zonas generales no climatizadas. Por lo tanto, las zonas de paso, aseos o vestuarios no serán climatizadas, pero sí que estarán correctamente ventiladas (tanto con impulsión filtrada como con extracción) aprovechando la instalación de renovación de aire obligatoria por RITE. Todas las tomas y descargas de aire en exterior se realizarán cumpliendo la normativa vigente del polígono o municipio en cuestión. Se estudiarán y describirán también en este anexo los sistemas de extracción de vestuarios y aseos.

3.8.3.2 DATOS DE PARTIDA

3.8.3.2.1 Distribución y superficie

Con el fin de establecer los cálculos necesarios para proyectar las instalaciones de aire acondicionado del local, se toman como referencia las siguientes superficies:

Dependencias	Superficie m²
Hall-Recepcion	58,62
Administración P.A.	44,75
Despacho Gerencia P.A.	26,47
Sala de Reuniones P.A.	28,356
TOTAL	158,196

Tabla 3.8.3.2.1.1

3.8.3.2.2 Condiciones termohigrométricas a mantener dentro de los locales.

Teniendo en cuenta las condiciones óptimas de confort en función de la temperatura y las especificaciones que enumera la IT 1.1.4.1, se mantendrá dentro de los locales a climatizar las siguientes condiciones:

- Temperatura de verano 24,0 +/- 1,5 °C.
- Temperatura de invierno 22,0 +/- 2,0 °C.
- Humedad relativa 50,0 +/- 5,0 %.

3.8.3.2.3 Horario de funcionamiento y ocupación.

El horario de funcionamiento de la actividad será:

- Diario 8 horas.
- Semanal 56 horas.
- Mensual 224 horas.
- Anual 2.688 horas.

La ocupación media estimada será de 22 personas. Para esta instalación el nivel de estimación de ocupación se considera más alto que en otras instalaciones objeto de este mismo proyecto (fontanería por ejemplo), dado que el coeficiente de utilización también lo será, y también para que los cálculos y los equipos respondan holgadamente a las necesidades del local.

Dependencia	Ocupación
Hall-Recepcion	4
Administración P.A.	4
Despacho Gerencia P.A.	2
Sala de Reuniones P.A.	4
Taller - Vestuarios	8
TOTAL	22

Tabla 3.8.3.2.3.1

Es importante recalcar que los equipos de climatización y renovación de aire estarán dimensionados para la ocupación estimada correspondiente a los espacios climatizados (14 personas). Los equipos de ventilación de los vestuarios, por su parte, estarán dimensionados para 8 personas.

3.8.3.2.4 Coeficientes de transmisión.

Los valores que se tendrán en cuenta serán en función de la construcción de los cerramientos existentes del edificio, reflejados en la hoja de cálculo de cargas térmicas de los locales, referenciados en el prontuario del Manual de Aislamiento en la Edificación de ROCLAIN-ISOVER y en las tablas de la NBE-CT-79, y mostrados más adelante en los cálculos de este mismo anexo.

3.8.3.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.8.3.3.1 Sistema adoptado

Se ha adoptado la solución de instalar un sistema de caudal variable de refrigerante VRV, compuesto por una unidad exterior modelo MCY-MHP060HT-E de 15,50 kW en frío y 18 kW en calor, y cuatro unidades interiores tipo cassette: dos modelo AP0094MH1-E de 2,8 kW en frío y 3,2 kW en calor (sala de reuniones y despacho director), uno modelo AP0184MH1-E de 5,6 kW en frío y 6,3 kW en calor (administración) y otro modelo AP0244MP1-E de 7,1 kW en frío y 8 kW en calor (hall-recepción). Llevarán mandos integrados en pared con programación semanal modelo RBC-AM354-ES. Todos los equipos serán de la marca TOSHIBA, todos con marcado CE (RITE 2007 Art. 18).

En el apartado de ventilación y renovación de aire diferenciamos:

- Ventilación vestuarios: dos unidades de ventilador para conducto S&P modelo TD SILENT ECOWATT 500/160-10 de 545 m³/h.
- Ventilación aseos: dos unidades de ventilador para conducto S&P modelo TD ECOWATT 160/100-10 de 180 m³/h.
- Renovación de aire: dos unidades de cajas centrifugas de ventilación S&P modelo CAB ECOWATT S&P 200-8 de 910 m³/h.

El aire tratado por los equipos es canalizado a través de redes de conducto de Climaver Plus y distribuido mediante difusores lineales, rejillas de doble deflexión o difusores circulares de la marca MADEL, en función de su situación.

3.8.3.3.2 Sistema de condensación de los acondicionadores

Como se ha venido diciendo, los equipos de aire serán condensados por aire. El equipo se compone de dos partes bien diferenciadas, una unidad denominada evaporador y de una unidad denominada condensadora.

En la unidad condensadora se aloja, el compresor y una batería de aletas de aluminio que componen la unidad exterior (condensadora en ciclo de verano) y un ventilador, que desplazará el caudal de aire necesario a través de la batería para conseguir la completa condensación del fluido refrigerante.

El gas procedente del evaporador pasa al compresor, donde aumenta su presión, temperatura y entalpía, como vapor sobrecalentado, a continuación, pasa al condensador donde cede el calor absorbido del local en el evaporador, al aire, que el ventilador empuja a través de la batería condensadora, posteriormente, una vez completamente condensado se hace pasar por una válvula de expansión termostática o tubo capilar, en donde baja bruscamente de presión y temperatura, además de comenzar a pasar a estado de vapor, para entrar al evaporador con una entalpía baja, que permitirá al refrigerante, absorber el calor que debemos retirar al local, hasta su completa vaporización, y vuelta a entrar al compresor, cerrando así el circuito frigorífico.

3.8.3.3.3 Características técnicas de equipos y rejillas

3.8.3.3.3.1 Equipos de climatización

❖ Unidad exterior axial

La unidad exterior TOSHIBA MiNi-VRF 6x1 es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas. El modelo escogido es el de 6HP, con compresor Twin Rotary. Dispone de ventiladores de descarga horizontal (como se ve en la imagen), ideal para su posicionamiento en fachada sobre bancada (como se observa en los planos de alzado de este proyecto). El número máximo de unidades interiores es de 6, por lo que es ideal para la instalación objeto de nuestro proyecto, dado que se instalarán 4.



Imagen 3.8.3.3.1.1 – Unidad exterior

Otras características son:

- ✓ Simultaneidad desde el 80% hasta el 130%. Esto quiere decir que en condiciones de exigencia máxima, por ejemplo con altas temperaturas, la capacidad nominal de refrigeración podría aumentar de los 15,5 kW hasta los 20,15 kW.
- ✓ EER/COP al 50%: 6,25/5,88.
- ✓ Funcionamiento en calefacción hasta con -20°C.
- ✓ Frecuencia de funcionamiento por etapas de sólo 0,1 Hz.

Especificaciones Técnicas - Mini VRF 6 x 1

Unidad exterior		MCY-MHP0604HT-E
Caudal de aire	m ³ /h	6410
Caudal de aire	l/s	1781
Presión sonora	dB(A) ● / ●	52/55
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	mm	1235x990x390
Peso	kg	116
Tipo de compresor		Twin Rotary
Carga de refrigerante R-410a	kg	3,9
Tubería de Gas	Pulgadas	Abocardado - 3/4"
Tubería de Líquido	Pulgadas	Abocardado - 3/8"
Longitud equivalente de tubería a unidad mas lejana*	m	60
Longitud real de tubería a unidad mas lejana*	m	50
Longitud máxima de tubería*	m	90
Diferencia de altura (unidad interior	m	15/15
Rango de operación - db	°C ●	-5/43
Rango de operación - wb	°C ●	-20/15
Alimentación	V-ph-Hz	220/240-1-50

● = modo refrigeración ● = modo calefacción

Rendimientos			
Unidad exterior			MCY-MHP0604HT-E
Capacidad Frigorífica	kW	●	15,5
Potencia Absorbida	kW	●	4,35
EER	W/W	●	3,56
EER al 50%	W/W	●	5,74
Corriente en funcionamiento	A	●	20.6 / 19.7 / 18.9
Capacidad Calorífica	kW	●	18
Potencia Absorbida	kW	●	4,5
COP	W/W	●	4
COP al 50%	W/W	●	5,88
Corriente en funcionamiento	A	●	21.3 / 20.4 / 19.5
Protección máxima frente a sobrelintensidades	A		28

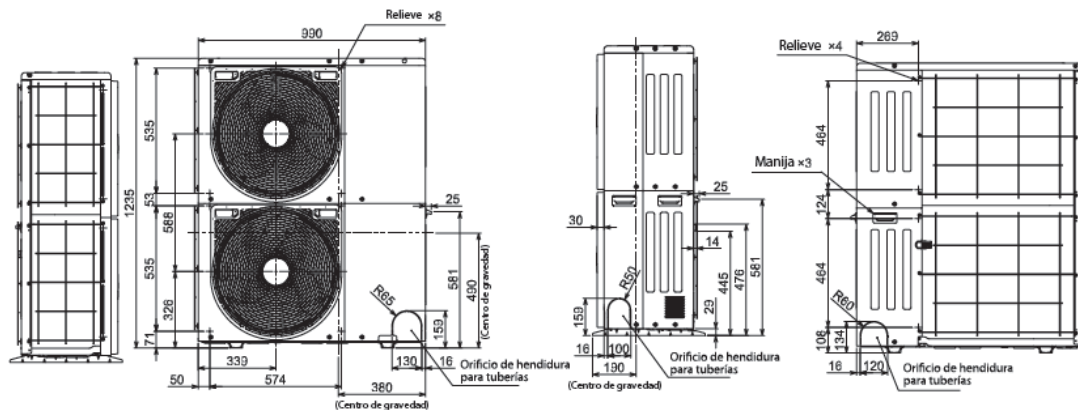


Imagen 3.8.3.3.1.2 – Características técnicas unidad exterior

❖ Unidad interior tipo cassette Hall-Recepción

La unidad interior tipo cassette de 4 vías 90x90 TOSHIBA AP0244HP1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.



Imagen 3.8.3.3.1.3 – Unidad interior para Hall-Recepción

Otras características son:

- ✓ Control individual para cada una de las lamas
- ✓ Bomba de condensados incluida
- ✓ Toma de aire exterior
- ✓ Salida para climatización de sala adjunta
- ✓ Autolimpiable
- ✓ Solo 27 dB(A)

Especificaciones Técnicas - Cassette de 4 vías

Rendimientos		
Unidad interior	MMU-	AP0244HP1-E
Caudal de aire	m3/h	1290/920/800
Caudal de aire	l/s	358/256/222
Presión sonora	dB(A)	35/31/28
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	mm	256x840x840
Peso	kg	20
Dimensiones del panel (alto x ancho x profundo)	mm	30x950x950
Peso del panel	kg	4
Tubería de Gas	Pulgadas	5/8"
Tubería de Líquido	Pulgadas	3/8"
Salida tubo drenaje	mm	25
Alimentación	V-ph-Hz	220/240-1-50

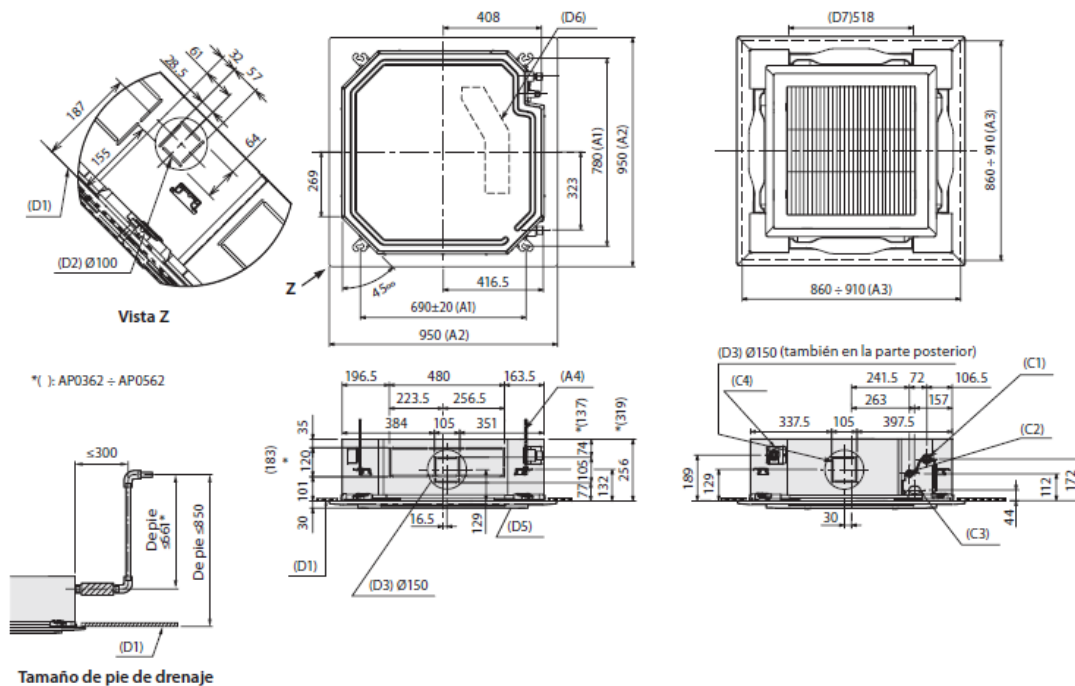


Imagen 3.8.3.3.1.2 – Características técnicas unidad interior cassette

❖ Unidad interior tipo cassette despacho Administración

La unidad interior tipo cassette de 4 vías 60x60 TOSHIBA AP0184MH1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.

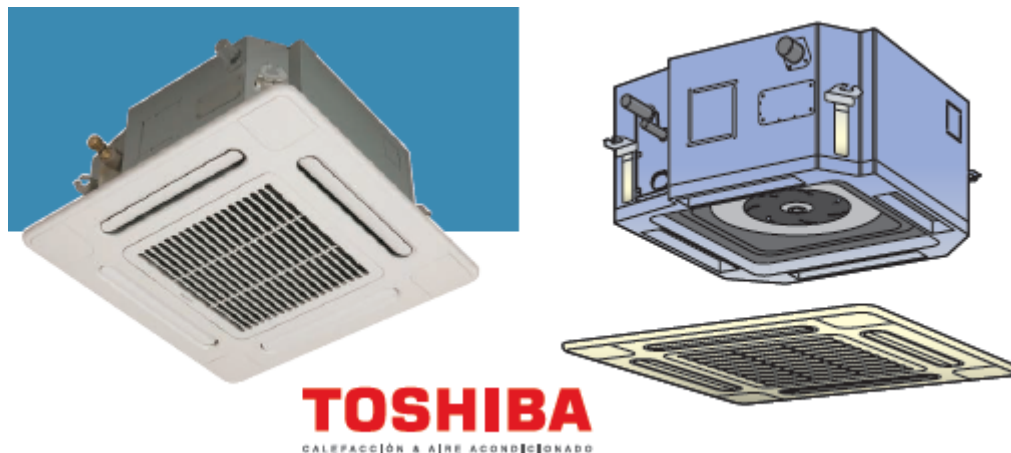


Imagen 3.8.3.3.1.3 – Unidad interior para Administración

Otras características son:

- ✓ Función autolimpieza
- ✓ Instalación en techos modulares estándar
- ✓ Bomba de drenaje incorporada
- ✓ Toma de aire exterior
- ✓ Acceso a conexiones frigoríficas por las esquinas de la unidad, facilitando instalación y mantenimiento.
- ✓ Solo 28 dB(A)

Especificaciones Técnicas - Cassette de 4 vías 60 x 60

Unidad interior	MMU-	AP0184MH1-E	Rendimientos		
Caudal de aire	m3/h	762/642/522	Unidad interior	MMU-	AP0184MH1-E
Caudal de aire	l/s	212/178/145	Capacidad Frigorífica	kW	5,6
Presión sonora	dB(A)	44/39/34	Potencia Calorífica	kW	6,3
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	mm	268x575x575	Consumo	kW	0,052
Peso	kg	17	Corriente en funcionamiento	A	0.42
Dimensiones del panel (alto x ancho x profundo)	mm	27x700x700	Corriente en arranque	A	0.73
Peso del panel	kg	3			
Tubería de Gas	Pulgadas	5/8"			
Tubería de Líquido	Pulgadas	1/4"			
Salida tubo drenaje	mm	25			
Alimentación	V-ph-Hz	220/240-1-50			

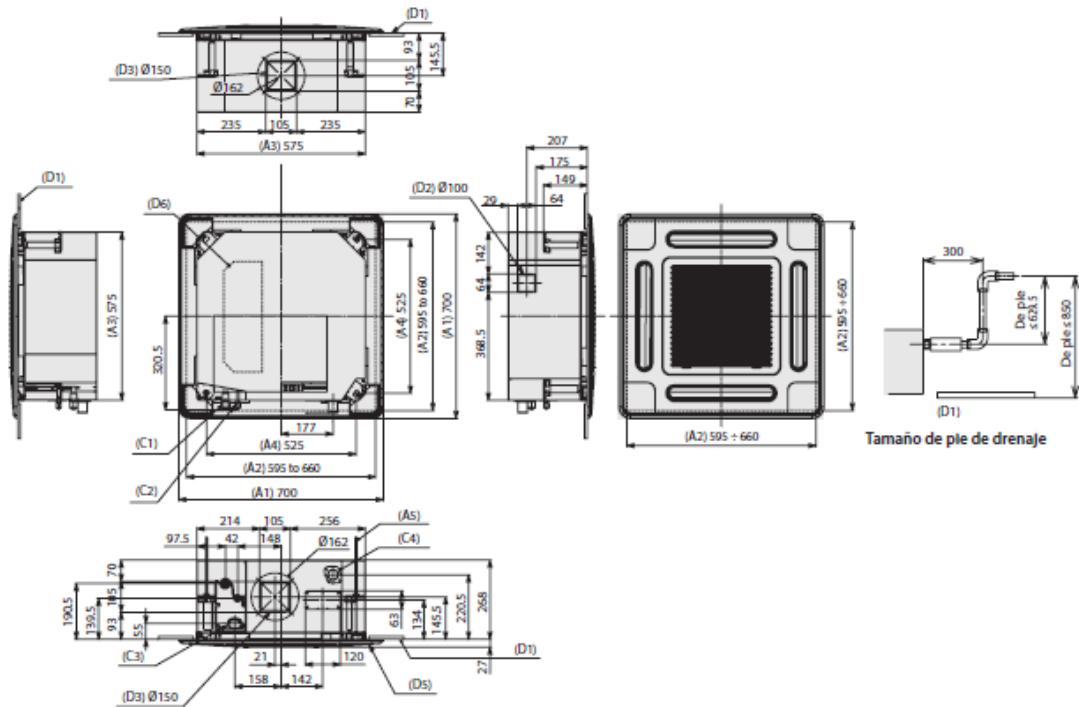


Imagen 3.8.3.3.1.4 – Características técnicas unidad interior cassette

❖ Unidad interior tipo cassette despacho gerencia y sala de reuniones

La unidad interior tipo cassette de 4 vías 60x60 TOSHIBA AP0094MH1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.

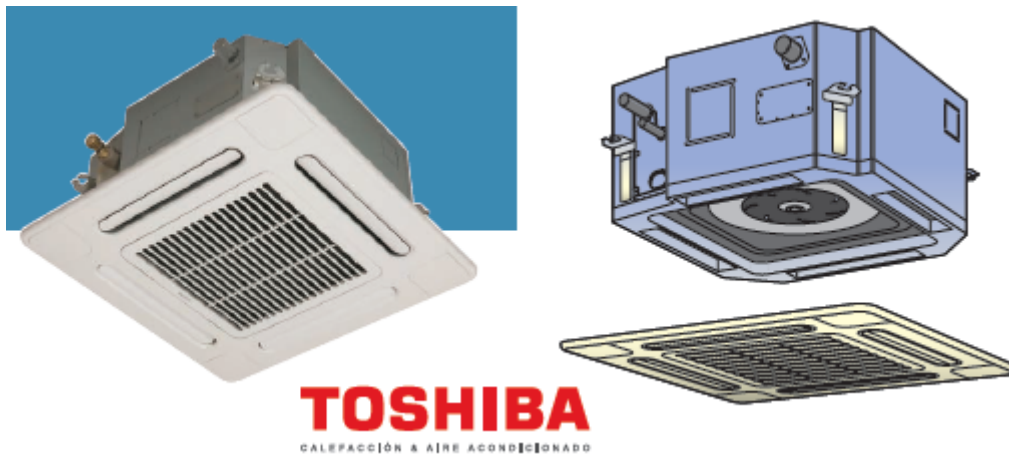


Imagen 3.8.3.3.1.5 – Unidad interior para gerencia y sala de reuniones

Otras características son:

- ✓ Función autolimpieza
- ✓ Instalación en techos modulares estándar

- ✓ Bomba de drenaje incorporada
- ✓ Toma de aire exterior
- ✓ Acceso a conexiones frigoríficas por las esquinas de la unidad, facilitando instalación y mantenimiento.
- ✓ Solo 28 dB(A)

Especificaciones Técnicas - Cassette de 4 vías 60 x 60

Unidad interior	MMU-	AP0094MH1-E
Caudal de aire	m3/h	570/468/378
Caudal de aire	l/s	158/130/105
Presión sonora	dB(A)	37/33/28
Dimensiones (alto x ancho x profundo)	mm	268x575x575
Peso	kg	17
Dimensiones del panel (alto x ancho x profundo)	mm	27x700x700
Peso del panel	kg	3
Tubería de Gas	Pulgadas	3/8"
Tubería de Líquido	Pulgadas	1/4"
Salida tubo drenaje	mm	25
Alimentación	V-ph-Hz	220/240-1-50

Rendimientos		
Unidad interior	MMU-	AP0094MH1-E
Capacidad Frigorífica	kW	2,8
Potencia Calorífica	kW	3,2
Consumo	kW	0,036
Corriente en funcionamiento	A	0.30
Corriente en arranque	A	0.52
Precio Lista€		1.498 €

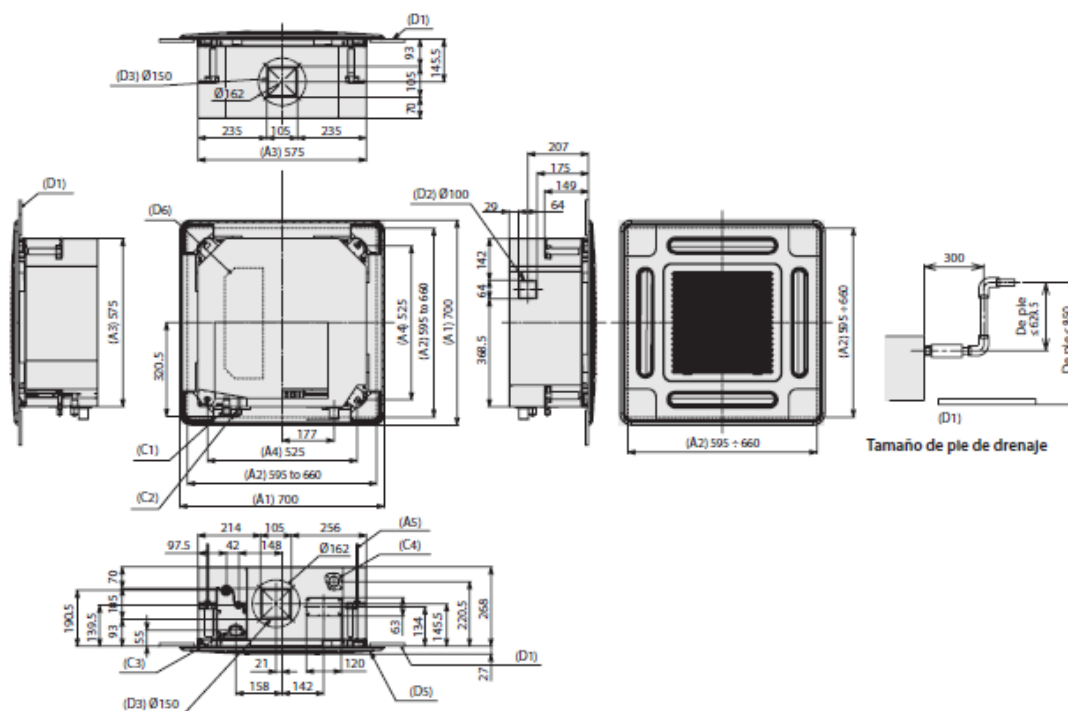


Imagen 3.8.3.3.1.6 – Características técnicas unidad interior cassette

❖ Control con programación semanal

Control individual TOSHIBA modelo RBC-AMS54-ES para cada sala, con programación semanal, pantalla LCD, opciones de ahorro de energía y ajustes temporizados. Otras características son:

- ✓ Doble punto de consigna en modo automático, para mayor ahorro de energía.
- ✓ 5 velocidades del ventilador según compatibilidad con la unidad interior.
- ✓ Función enfriamiento suave para unidades VRF.
- ✓ Indicación de fugas de refrigerante.
- ✓ Control del aire de renovación.
- ✓ Control semanal con 8 periodos diarios, temperatura y ON/OFF.
- ✓ Modo ahorro energético con programación. Eficiencia energética (RITE Art.12.3)



Imagen 3.8.3.3.3.1.7 – Características técnicas unidad interior cassette

3.8.3.3.3.2 Equipos de ventilación y renovación de aire

❖ Ventilador de conducto para vestuarios

Ventilador Soler&Palau modelo TD-SILENT ECOWATT 500/160-10. Este ventilador helicocentrífugo de bajo perfil es extremadamente silencioso (ideal para falsos techos), fabricados en material plástico y aislamiento interior fonoabsorbente, cuerpo-motor desmontable sin necesidad de tocar el conducto en caso de avería. Velocidad regulable 100%, reduciendo el consumo hasta un 70% con el funcionamiento al 50%.



Imagen 3.8.3.3.2.1 – Ventilador vestuarios

TD-SILENT ECOWATT

Código	Modelo	Tensión de control (V)	Velocidad (r.p.m.)	Potencia máxima absorbida (W)	Intensidad máxima absorbida (A)	Caudal en descarga libre (m³/h)	Nivel de presión sonora* LpA a 3 m (dB(A))			Peso (kg)
							Aspiración	Radiado	Descarga	
5211006300	TD-500/150-160 SILENT ECOWATT	10	2510	39	0,25	545	44	43	33	6,0
		8	2300	32	0,23	500	41	41	30	
		6	1800	18	0,13	390	36	35	26	
		4	1320	10	0,08	240	30	31	23	

Imagen 3.8.3.3.2.2 – Características ventilador vestuarios

❖ Ventilador de conducto para aseos

Ventilador Soler&Palau modelo TD-SILENT 160/100-10. Este ventilador helicocentrífugo de bajo perfil es extremadamente silencioso (ideal para falsos techos), fabricados en material plástico y aislamiento interior fonoabsorbente, cuerpo-motor desmontable sin necesidad de tocar el conducto en caso de avería. Con el caudal nominal cubre holgadamente la exigencia de caudal por el DB-HS3 tabla 2.1 (54m³/h).



Imagen 3.8.3.3.2.3 – Ventilador aseos

Código	Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia máx. abs. (W)	Intensidad máx. abs. (A)	Caudal en desc. libre (m³/h)	Tempera- tura de trabajo (°C)	Nivel presión sonora* (dB(A))	Ø Conducto (mm)	Peso (kg)	Conmuta- dores de velocidad (opcional)	Regula- dores de velocidad (opcional)	Unid. por caja	Precio €/u.
5211318000	TD-160/100N SILENT	2500	25	0,16	180	-20/+40	24	100	1,4	COM-2 REGUL-2	RMB-1,5 REB-1	3	96,05
		2200	12	0,1	140		21						

Imagen 3.8.3.3.2.4 – Características ventilador aseos

❖ Caja de ventilación para renovación de aire

Caja de ventilación estanca (ideal para falsos techos y lugares húmedos, tales como vestuarios), de bajo nivel sonoro, fabricadas en chapa de acero galvanizado, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 50mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F8/G4 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).



Imagen 3.8.3.3.2.5 – Caja de ventilación para renovación de aire

Código	Modelo	Tensión de control (V)	Velocidad (r.p.m.)	Potencia abs. máx. (W)	Intensidad abs. máx. (A)	Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora* (dB(A) a 1,5 m)			Peso (kg)	Precio €/u.
							Descarga	Aspiración	Radiado		
5113863100	CAB-200 ECOWATT	10	2570	161	1,1	1.090	48	53	39	23	568,87
		8	2195	100	0,7	910	44	49	36		
		6	1715	50	0,4	710	37	43	31		
		4	1250	23	0,2	520	29	36	26		

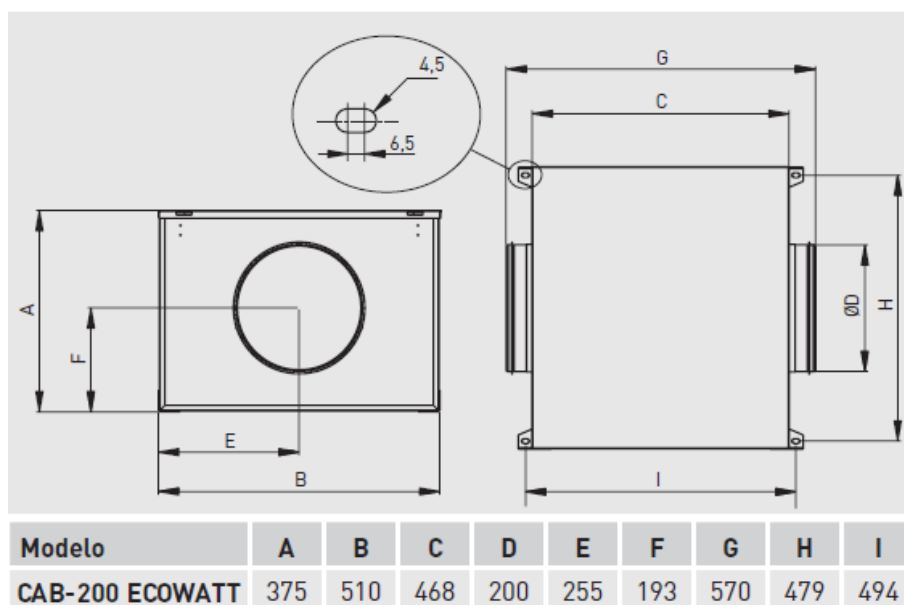


Imagen 3.8.3.3.2.6 – Características caja de ventilación

3.8.3.3.3.3 *Rejillas de la instalación*

- ❖ Rejillas de impulsión de aire en oficinas

Marca MADEL modelo AMT con diferentes medidas y accesorios según ubicación.

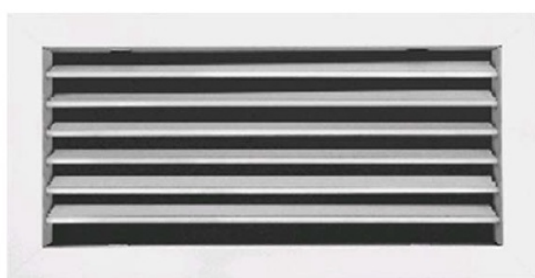


Imagen 3.8.3.3.3.1

- ❖ Rejillas de extracción de aire en oficinas

Marca MADEL modelo DMT con diferentes medidas y accesorios según ubicación.



Imagen 3.8.3.3.3.2

❖ Rejilla extracción para aseos y vestuarios

Marca MADEL modelo BWC con diferentes medidas y accesorios según ubicación.



Imagen 3.8.3.3.3.2

❖ Rejilla exterior de descarga para aseos y vestuarios

Marca MADEL modelo CXT con diferentes medidas y accesorios según ubicación.



Imagen 3.8.3.3.3.2

- ❖ Rejilla exterior de toma y descarga para cajas de ventilación.

Marca MADEL modelo DMT-X con diferentes medidas y accesorios según ubicación.



Imagen 3.8.3.3.3.2

3.8.3.3.4 Automatismos, controles y protecciones

La instalación será totalmente automática, tanto en relación de la temperatura de régimen de los locales acondicionados, como de parada y arranque de los receptores.

Cada compresor llevará presostato de alta y baja con la regulación adecuada a las prescripciones del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas y las exigencias de la instalación, los cuales mandarán en serie con otros sistemas de protección de los mismos las bobinas de sus contactores.

La parada de los equipos se realizará manualmente en el cuadro general de fuerza o bien en el panel de control.

A la salida de los condensadores se instalará un filtro deshidratador y el control del mismo se verificará mediante un visor de líquido instalado a continuación.

De acuerdo con la MI-IF-09, no son necesarias otro tipo de protecciones que las enumeradas.

Los motores trifásicos incorporarán protecciones térmicas contra fallos de fase y sobreconsumos. Todo ello queda reflejado en el Anexo IV de electricidad y en los planos y esquemas unifilares del presente proyecto.

3.8.3.3.4 Refrigerante, tuberías y régimen de trabajo de los grupos.

El refrigerante a utilizar en el circuito frigorífico, será R-410A, el cual no es inflamable y sustituye al ya prohibido R22 en nuevas instalaciones.

En ningún caso la carga máxima de refrigerante R-410a en Kg. por m³ de espacio habitable será superior a 0,36 kg/m³. Existirá una carga adicional de refrigerante a los equipos una vez terminada la instalación. Esta carga adicional se calcula en base a las distancias finales de tubería o líneas frigoríficas. El cálculo de dicha carga adicional depende del fabricante (en este caso TOSHIBA) y de las constantes de cálculo que consideren. Por ejemplo, si en la instalación hubiese tuberías de líquido (las únicas a considerar, nunca las de gas) de 1/4", 3/8" y 1/2", la carga adicional sería:

$$R \text{ (kg)} = (\text{long } 1/4" \cdot K_1) + (\text{long } 3/8" \cdot K_2) + (\text{long } 1/2" \cdot K_3)$$

Como referencia, TOSHIBA utiliza habitualmente las siguientes constantes para la instalación tipo objeto de este proyecto: K₁ 0.025, K₂ 0.055 y K₃ 0.105.

El cálculo de las tuberías frigoríficas será equivalente a la tubería nominal marcada por el fabricante en cada equipo, dado que utilizaremos un colector de 4 derivaciones (a los cuatro equipos interiores) de la marca TOSHIBA modelo RBC-AM354-ES.



Imagen 3.8.3.3.4.1 – Colector de unidad exterior a unidades interiores

El régimen de trabajo de los equipos para una temperatura de entrada del aire a los condensadores de 29°C deberá ser:

a) Sector de alta

- Presión de servicio nominal15,2 Kg/cm².
- Presión de servicio máxima25,0 Kg/cm².
- Presión de prueba de estanqueidad21,0 Kg/cm².
- Presión de timbre30,0 Kg/cm².

b) Sector de baja

- Presión de servicio nominal4,2 Kg/cm².
- Presión de prueba de estanqueidad10,5 Kg/cm².

3.8.3.3.5 Tipo de combustible.

El tipo de energía utilizada para la instalación es la eléctrica en todas sus partes.

3.8.3.3.6 Cumplimiento de las IT

La instalación cumplirá en todas sus partes lo especificado en las Instrucciones Técnicas correspondientes del RITE 2007, las cuales se describen a continuación.

3.8.3.3.6.1 Condiciones termohigrométricas a mantener dentro de los locales.

a) Temperatura locales

Como ya se ha mencionado anteriormente, la temperatura media ponderada de los locales climatizados no será inferior a los 20°C en invierno y 23°C en verano, no superando la de ningún local concreto los 24°C en invierno y 25°C en verano. Las condiciones exteriores e interiores requeridas se expresan en el capítulo de cálculos, con las tablas correspondientes.

b) Humedad relativa del local

No existe sistema de humectación con consumo de energía convencional, ni proceso de recalentamiento.

c) Estratificación del aire

La altura del local es inferior a los 4 metros por lo que no se tomarán medidas especiales al no existir peligro de estratificación del aire.

3.8.3.3.6.2 Calidad de aire interior y ventilación

Se aplicará lo expuesto en la IT 1.1.4.1 e IT 1.1.4.2 tal como se ve en la tabla que se mostrará a continuación.

Es importante recalcar que en función del uso del edificio o local (en este caso nave con oficinas para taller mecánico), la categoría de calidad del aire interior (IDA) debe alcanzar unos mínimos, que se valorarán de la siguiente forma:

- IDA 1: aire de optima calidad, tales como hospitales, clínicas, laboratorios, etc.
- IDA 2: aire de buena calidad, tales como oficinas, residencias u hoteles, museos, edificios de enseñanza o piscinas.
- IDA 3: aire de calidad media, tales como edificios comerciales, cines, teatros, cafeterías, etc.
- IDA 4: aire de baja calidad.

Es evidente que en nuestra zona de oficinas debemos cumplir el IDA 2, que se rige por la siguiente tabla, la cual caracteriza al método indirecto de caudal de aire exterior por persona (IT 1.1.4.2.3), dado que la actividad metabólica es baja y no se permitirá fumar en el interior de todo el recinto.

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona	
Categoría	dm³/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 3.8.3.3.6.2.1

Los caudales de la siguiente tabla están calculados en función de una buena calidad de aire, 12,5 dm³/s persona o lo que es lo mismo, 45 m³/h correspondiente a la categoría IDA 2 (y ODA para clasificar el filtro de impulsión) según la norma UNE 13779.

Local	Ocupación	Superficie m2	Caudal de aire exterior m3/h		Caudal m3/h
			Por persona	m2	
Hall-Recepción	6	58,62	45	0,83	270
Despacho Administración	4	44,75	45	0,83	180
Despacho Gerencia	2	26,47	45	0,83	90
Sala de reuniones	4	28,356	45	0,83	180
TOTAL					720

Tabla 3.8.3.3.6.2.2

Evidentemente, el análisis comparativo entre el método por metro cuadrado frente al de por persona es mucho más restrictivo para este último. El caudal total de aire de ventilación de la instalación según la tabla anterior es de 720,00 m³/h, por lo que el caudal nominal de las cajas de ventilación de impulsión y extracción son más que suficientes (910 m³/h cada caja), dado que se han sobredimensionado para ejercer de sistema de ventilación en zonas comunes (tales como pasillos), como ya se ha mencionado anteriormente.

3.8.3.3.6.3 Condiciones de higiene

Los conductos estarán equipados con aperturas de servicio de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-ENV 12097 para permitir las operaciones de mantenimiento, limpieza y desinfección.

3.8.3.3.6.4 Sala de máquinas

No se habilitará un local para sala de máquina debido a que no es exigible, dado que la suma de las potencias térmicas nominales instaladas en los generadores no es superior a 70 KW.

a) Eficiencia de los sistemas frigoríficos

Siendo el sistema elegido el de una bomba de calor aire-aire, autónoma, el CEE dado por el fabricante es de 2,3 > 2,2.

b) Bancadas

El equipo exterior se dispondrá en fachada, con una bancada en L simple acorde con su peso, tal y como muestra el ejemplo de la imagen, y tacos silemblocks.



Imagen 3.8.3.3.6.4.1

Las unidades interiores y equipos motoventiladores irán colgados mediante varilla roscada, apoyados sobre IPN con silemblocks entre equipos y tope de varilla roscada.

c) Fraccionamiento de la potencia

Siendo la potencia de las unidades inferior a los 35 kW tendrá solamente un escalón de potencia.

d) Acceso a los equipos

Los equipos dispondrán de espacios libres en su entorno y accesos suficientes para poder llegar a todos sus mecanismos y poder repararlos, limpiarlos o cambiarlos.

3.8.3.3.6.5 Aislamiento térmico

Los conductos de aire se construirán en CLIMAVER PLUS R. Se garantiza que las pérdidas térmicas horarias globales no superan el 4% de la potencia útil instalada.

Los equipos frigoríficos están provistos de carcasa de protección, que los hace inaccesibles a personas no autorizadas.

La instalación cumplirá cuanto está reseñado en la IT 1.2 para:

- Consumo de energía (IT 1.2.4.4).
- Aislamiento térmico (IT 1.2.4.2).

3.8.3.4 CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

3.8.3.4.1 Parámetros y fórmulas justificativas empleadas

- ✓ Hipótesis de cálculo

A) Datos a tener en cuenta para aire acondicionado con condiciones climatológicas exteriores:

- Temperatura verano..... 27°C.
- Temperatura invierno 4°C.
- Humedad relativa 62%

B) Condiciones a mantener en el interior de los locales a climatizar:

- Temperatura verano..... 24,5 +/- 1,5° C.
- Temperatura invierno 22,0 +/- 2,0° C.
- Humedad relativa 50,0 +/- 5,0 %

C) Nivel de ocupación:

- Ver apartados anteriores.

D) Coeficientes de transmisión

Para el cálculo de las ganancias y pérdidas de calor, se tendrán en cuenta los siguientes coeficientes:

- Pared exterior.....	1,4 Kcal/h°Cm ² .
- Pared interior.....	1,9 Kcal/h°Cm ² .
- Techo.....	1,3 Kcal/h°Cm ² .
- Suelo.....	1,5 Kcal/h°Cm ² .
- Cristal.....	5,6 Kcal/h°Cm ² .

En ventilación, de acuerdo con los manuales de Aire Acondicionado y las normas UNE 13779.

Las aportaciones a través del cristal, se han tomado a 5 m. de altitud sobre el nivel del mar y 40º latitud norte, mes de Julio:

	<u>8 h.</u>	<u>16 h.</u>
- N.....	32	32 Kcal/h m ²
- NE.....	284	32 "
- E.....	444	32 "
- SE.....	322	32 "
- S.....	35	35 "
- SO.....	32	322 "
- O.....	32	444 "
- NO.....	32	284 "

El factor de radiación solar cristal será 0,45.

✓ Formulas

La potencia de los equipos de aire acondicionado se determinará aplicando las siguientes formulas:

A) Transmisión a través de las superficies

$$Q = \frac{S(T_{ext} - T_{int})}{\frac{e1}{L1} + \frac{e2}{L2} + \frac{en}{Ln} + \frac{1}{Lc} + \frac{1}{LR}} = Ks \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

Ecuación 3.8.3.4.1.1

Siendo el denominador el coeficiente de transmisión de los cerramientos.

B) Calor sensible por aire de ventilación

$$Q = C_e d V (T_{ex} - T_{in}) = 0,29 V (T_{ex} - T_{in})$$

Ecuación 3.8.3.4.1.2

Siendo:

C_e: Calor específico del aire en Kcal/kg. °C.

d: Densidad del aire a 20° C. en Kg/m³.

V: Volumen de aire en m³/h

C) Calor latente de ventilación

$$Q = 0,60 V (H_e - H_i) (1 - BF)$$

Ecuación 3.8.3.4.1.3

Siendo:

0,60: Valor medio de la cantidad de calor cedida por la condensación de un gramo de vapor de agua.

V: Volumen de aire exterior.

BF: Factor bypass.

H_e - H_i: Diferencia de gramos de vapor por m³. de aire seco, entre el exterior y el interior. Diferencia de humedades absolutas.

D) Factor de calor sensible (FCSE o RSHF)

$$RSHF = \frac{Q_{sen}}{Q_{sen} + Q_{lat}}$$

Ecuación 3.8.3.4.1.4

Siendo:

Q_{sen}: Calor sensible del local en Kcal/h.

Q_{lat}: Calor latente del local en Kcal/h.

E) Caudal de aire a impulsar al local

Para ello aplicamos la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Q_{se}}{0.3 \cdot (1 - f) \cdot (t_2 - t_4)}$$

Ecuación 3.8.3.4.5

Siendo:

V = Caudal de aire en m³.

Q_{se} = Carga sensible efectiva, en kcal/h.

f = Factor de by-pass de la batería.

t₂ = Temperatura interior del local.

t₄ = Temperatura de rocío de la Unidad Climatizadora

F) Conductos de aire:

Una vez conocido el caudal de aire Q y la velocidad v en un tramo de conducto, se determina la sección S por la formula:

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v$$

Las dimensiones de los conductos se verán a continuación y están reflejados en los planos.

3.8.3.4.2 Cálculos justificativos de cargas térmicas

Los siguientes cálculos justificativos serán los siguientes para cada local climatizado.

➤ Recepción – Hall

CALCULO CARGAS FRIGORIFICAS

30/07/17
20:35

LOCAL:	RECEPCION	SUPERFICIE (m2)	58,6 2	Nº PERSONAS	6
CLIENTE:	TALLERES JOSE ESPASANDIN				
PROYECTO:	CLIMATIZACIÓN TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES				
PROVINCIA:	A CORUÑA				

3 ANEXO VIII: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN
Jose Manuel Espasandín Pastoriza

HORA SOLAR		17			K(Kcal/h °C m2)	(kg/m3)	TIPO
			TECHO		1,2	300	BAJO LOCAL
	°C,%HR	ENTALP IA	PARED EXT.		1,4	300	
TEMPERATURA EXTERIOR	26	15,0	TABIQUES		1,7		
HUMEDAD RELATIVA. EXT.	67		SUELO		1,2		
TEMPERATURA INTERIOR	24	13,3	VENTANAS		2,7		
HUMEDAD RELATIVA.INTER	65		FACTOR DE SOMBRA		CORTINA INT	C. DOBLE	0,52
AIRE EXTERIOR (s/ RITE)		Espera y recepción		844,128	m3/h		

			DATO	K, R	dT	W LATENTES	W SENSIBLES	
RADIACION	m2 VENTANAS		N					
			NE					
			E					
			SE					
			S					
			SO					
			O	3,60	436		949	
			NO					
			H					
			Sombra					
TRANSMISION	m2 VENTANAS		N					
			NE					
			E					
			SE					
			S					
			SO					
			O	3,60	2,7		2	23
			NO					
			H					
			Sombra					
	m2 PARED EXTERIOR		N					
			NE					
			E					
			SE					
			S					
			SO					
			O	27,27	1,4		11	506
			NO					
	Sombra							
	m2 TECHO		BAJO LOCAL	58,62	1,20		1,0	82
m2 TABIQUES INTERIORES			31,00	1,70	1,0	61		
m2 SUELO			58,62	1,20	1,0	82		
C. INT.	Nº PERSONAS	MEDIANA ACTIV.	6,00		433	447		
	W ILUMINACION	FLUORESCENTE	750,00			938		
	W APARATOS ELECTRICOS		1.000,00			1.000		
	W CARGA LATENTE							
A. E.	m3/h INFILTRACIONES							
	m3/h AIRE EXTERIOR		844,13		1.468	565		
(W)						1.900	4.652	
CARGA TOTAL (W)						6.552		

LA CARGA PUNTA SE PRODUCE A LAS 17 h

C. SENSIBLE (W)		C. TOTAL(W)
8h	2.933,56	4834
9h	2.940,09	4840
10h	2.946,62	4847
11h	2.995,46	4896
12h	3.044,29	4945
13h	3.289,54	5190
14h	3.684,91	5585
15h	4.183,40	6084
16h	4.469,64	6370
17h	4.652,00	6552
18h	4.545,99	6446
19h	4.191,70	6092
20h	3.806,19	5706

Tabla 3.8.3.4.2.1 – Cálculos para la refrigeración del local

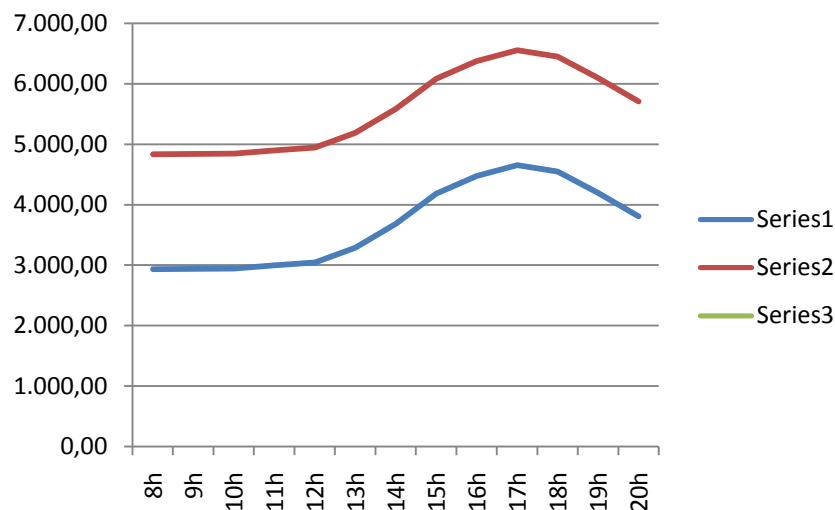


Gráfico 3.8.3.4.2.1 – Relación entre calor sensible (perceptible) y calor total en horario laboral de oficina.

CALCULO DE CALEFACCIÓN

LOCAL	RECEPCION		SUPERFICIE (m2)	58,62
CLIENTE:	BANCO POPULAR S.A.U.			
PROYECTO:	CLIMATIZACION OFICINAS BANCO POPULAR S.A.U. C/ RUIZ TAGLE 3, 39300, TORRELAVEGA			
PROVINCIA:	A CORUÑA	FACTOR DE INTERMITENCIA		20%
TEMPERATURA EXTERIOR	°C	TECHO		K (Kcal/ h °C m2)
		PARED EXT.		TIPO
		TABIQUES		BAJO LOCAL
	-2			

TEMPERATURA INTERIOR	21	SUELO	1,2
DIFERENCIA	23	VENTANAS	2,7
Nº PERSONAS	6		
AIRE EXTERIOR (s/RITE)	Espera y recepción	844,128	m3/h

			DATO	K	dT	W SENSIBLES	
TRANSMISION	m2 VENTANAS	N					
		NE					
		E					
		SE					
		S					
		SO					
		O	3,60	2,7	23	260	
		NO					
	H						
	m2 PARED EXTERIOR	NE					
		E					
		SE					
		S					
		SO					
		O	27,27	1,4	23	1.021	
		NO					
	N						
	m2 TECHO	BAJO LOCAL	58,62	1,2	12	940,6465116	
	m2 TABIQUES INTERIORES		31,00	1,7	12	705	
m2 SUELO		58,62	1,2	12	941		
C.I.	PERSONAS					0	
	ILUMINACION					0	
A. E.	m3/h INFILTRACIONES						
	m3/h AIRE EXTERIOR		844,13				6.502
			FACTOR DE INTERMITENCIA			2.074	
			CARGA TOTAL (W).....			12.442	

Tabla 3.8.3.4.2.2 – Cálculos para la calefacción del local.

➤ Despacho Administración

CALCULO CARGAS FRIGORIFICAS

30/07/17
18:34

LOCAL:	DESPACHO ADMIN	SUPERFICIE (m2)	44,5 9	Nº PERSONAS	4	
CLIENTE:	TALLERES JOSE ESPASANDIN					
PROYECTO:	CLIMATIZACIÓN TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGIAS RENOVABLES					
PROVINCIA:	A CORUÑA					
HORA SOLAR	17			K (Kcal/ h °C m2)	(kg/m3)	TIPO
			TECHO	1,2	300	BAJO LOCAL
	°C,%HR	ENTALP IA	PARED EXT.	1,4	300	
TEMPERATURA EXTERIOR	26	15,0	TABIQUES	1,7		
HUMEDAD RELATIVA. EXT.	67		SUELO	1,2		
TEMPERATURA INTERIOR	24	13,3	VENTANAS	2,7		

3 ANEXO VIII: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN
Jose Manuel Espasandín Pastoriza

HUMEDAD RELATIVA.INTER	65		FACTOR DE SOMBRA	CORTINA INT	C. DOBLE	0,52
AIRE EXTERIOR (s/ RITE)	OFICINAS		321,048	m3/h		

			DATO	K, R	dT	W LATENTES	W SENSIBLES
RADIACION	m2 VENTANAS		N	3,60	38		83
			NE				
			E				
			SE				
			S				
			SO				
			O	3,60	436		949
			NO				
			H				
			Sombra				
TRANSMISION	m2 VENTANAS		N	3,60	2,7	2	23
			NE				
			E				
			SE				
			S				
			SO				
			O	3,60	2,7	2	23
			NO				
			H				
			Sombra				
	m2 PARED EXTERIOR		N	22,50	1,4	-1	-51
			NE				
			E				
			SE				
			S				
			SO				
			O	19,08	1,4	11	354
			NO				
	Sombra						
	m2 TECHO		BAJO LOCAL	44,59	1,20	1,0	62
	m2 TABIQUES INTERIORES			41,37	1,70	1,0	82
	m2 SUELO			44,59	1,20	1,0	62
C. INT.	Nº PERSONAS	MEDIANA ACTIV.	4,00		288	298	
	W ILUMINACION	FLUORESCENTE	500,00			625	
	W APARATOS ELECTRICOS		500,00			500	
	W CARGA LATENTE						
A. E.	m3/h INFILTRACIONES						
	m3/h AIRE EXTERIOR		321,05		558	215	
(W)						847	3.224
CARGA TOTAL (W)						4.070	

LA CARGA PUNTA SE PRODUCE A LAS 17 h

C. SENSIBLE (W)		C. TOTAL(W)
8h	1.440,19	2287
9h	1.471,57	2318
10h	1.506,61	2353
11h	1.562,75	2409
12h	1.615,23	2462

13h	1.900,09	2747
14h	2.332,72	3179
15h	2.796,98	3644
16h	3.066,32	3913
17h	3.223,71	4070
18h	3.154,46	4001
19h	2.650,68	3497
20h	2.302,50	3149

Tabla 3.8.3.4.2.3 – Cálculos para la refrigeración del local

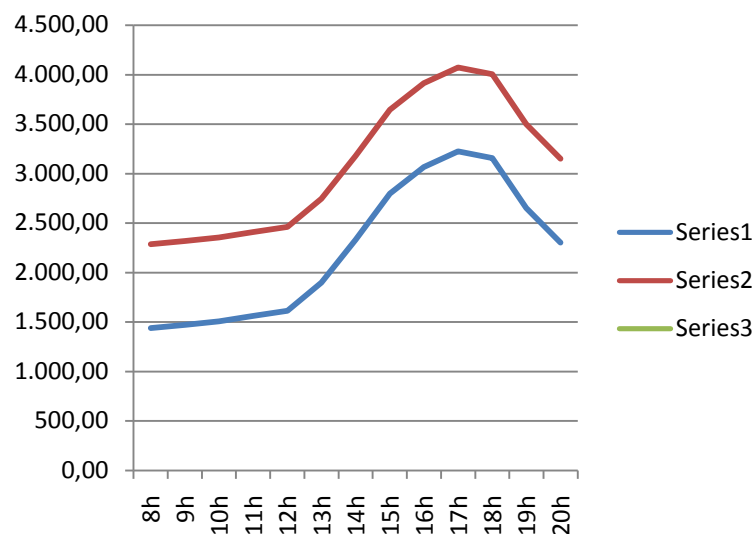


Gráfico 3.8.3.4.2.2 – Relación entre calor sensible (perceptible) y calor total en horario laboral de oficina.

CALCULO DE CALEFACCIÓN

LOCAL:		DESPACHO ADMIN		SUPERFICIE (m2)		44,59		
CLIENTE:		TALLERES JOSE ESPASANDIN						
PROYECTO:		CLIMATIZACIÓN TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGIAS RENOVABLES						
PROVINCIA:		A CORUÑA		FACTOR DE INTERMITENCIA			20%	
					K (Kcal/ h °C m2)		TIPO	
					TECHO		1,2	
		°C			PARED EXT.		1,4	
TEMPERATURA EXTERIOR		-2		TABIQUES		1,7		
TEMPERATURA INTERIOR		21		SUELO		1,2		
DIFERENCIA		23		VENTANAS		2,7		
Nº PERSONAS		4						
AIRE EXTERIOR (s/ RITE)		OFICINAS		321,048		m3/h		

		DATO		K		dT		W SENSIBLES	
TRANSMISION	m2 VENTANAS	N		3,60		2,7		23	
		NE							
		E							

		SE					
		S					
		SO					
		O	3,60	2,7	23	260	
		NO					
		H					
	m2 PARED EXTERIOR	NE					
		E					
		SE					
		S					
		SO					
		O	19,08	1,4	23	714	
		NO					
N	22,50	1,4	23	842			
m2 TECHO	BAJO LOCAL	44,59	1,2	12	715,5139535		
m2 TABIQUES INTERIORES		41,37	1,7	12	940		
m2 SUELO		44,59	1,2	12	716		
C.I.	PERSONAS					0	
	ILUMINACION					0	
A. E.	m3/h INFILTRACIONES						
	m3/h AIRE EXTERIOR		321,05				2.473
			FACTOR DE INTERMITENCIA			1.384	
			CARGA TOTAL (W).....			8.305	

Tabla 3.8.3.4.2.4 – Cálculos para la calefacción del local.

➤ Despacho Gerencia

CALCULO CARGAS FRIGORIFICAS

30/07/17
18:43

LOCAL:		DESPACHO DIRECCIÓN		SUPERFICIE (m2)		26,4 3	Nº PERSONAS		2			
CLIENTE:			TALLERES JOSE ESPASANDIN									
PROYECTO:			CLIMATIZACIÓN TALLER MECÁNICO ON APOORTE DE ENERGIAS RENOVABLES									
PROVINCIA:			A CORUÑA									
HORA SOLAR			17				K (Kcal/ h °C m2)		(kg/m3)		TIPO	
					TECHO		1,2		300		BAJO LOCAL	
					°C,%HR	ENTALP IA	PARED EXT.		1,4		300	
TEMPERATURA EXTERIOR			26		15,0		TABIQUES		1,7			
HUMEDAD RELATIVA. EXT.			67				SUELO		1,2			
TEMPERATURA INTERIOR			24		13,3		VENTANAS		2,7			
HUMEDAD RELATIVA.INTER			65				FACTOR DE SOMBRA		CORTINA INT		C. DOBLE	0,52
AIRE EXTERIOR (s/ RITE)			OFICINAS		190,296		m3/ h					

			DATO		K, R		dT	W LATENTES		W SENSIBLES	
RADIACION	m2 VENTANAS		N								
			NE								
			E								
			SE								
			S								
			SO								
			O	3,60	436						
										949	

			NO					
			H					
			Sombra					
TRANSMISION	m2 VENTANAS		N					
			NE					
			E					
			SE					
			S					
			SO					
			O	3,60	2,7	2	23	
			NO					
			H					
			Sombra					
	m2 PARED EXTERIOR		N					
			NE					
			E					
			SE					
			S					
			SO					
			O	14,70	1,4	11	273	
			NO					
	Sombra							
	m2 TECHO		BAJO LOCAL	26,43	1,20	1,0	37	
	m2 TABIQUES INTERIORES			47,00	1,70	1,0	93	
	m2 SUELO			26,43	1,20	1,0	37	
	C. INT.	Nº PERSONAS	MEDIANA ACTIV.	2,00		144	149	
		W ILUMINACION	FLUORESCENTE	250,00			313	
		W APARATOS ELECTRICOS		200,00			200	
W CARGA LATENTE								
A. E.	m3/h INFILTRACIONES							
	m3/h AIRE EXTERIOR		190,30					
					(W)	475	2.200	
					CARGA TOTAL (W)	2.675		
LA CARGA PUNTA SE PRODUCE A LAS							17	h

C. SENSIBLE (W)		C. TOTAL(W)
8h	868,24	1343
9h	874,77	1350
10h	881,30	1356
11h	907,62	1383
12h	933,95	1409
13h	1.144,41	1619
14h	1.507,04	1982
15h	1.901,17	2376
16h	2.109,65	2585
17h	2.199,93	2675
18h	2.026,39	2501
19h	1.659,82	2135
20h	1.331,61	1807

Tabla 3.8.3.4.2.5 – Cálculos para la refrigeración del local

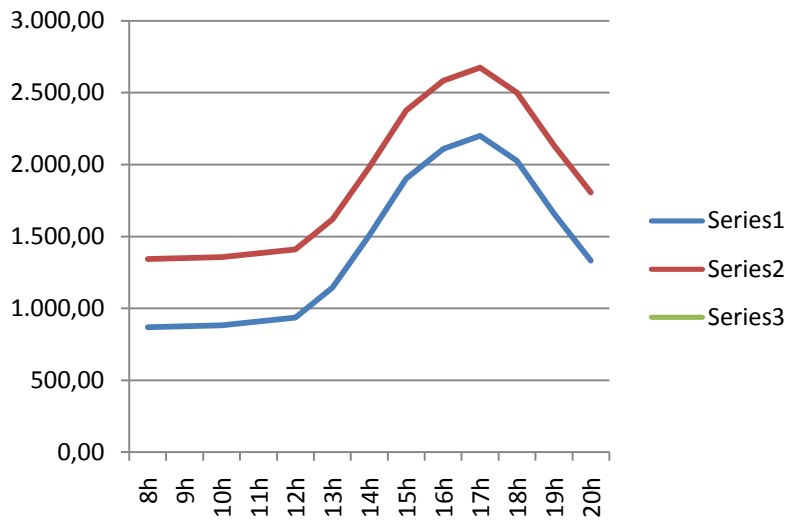


Gráfico 3.8.3.4.2.3 – Relación entre calor sensible (perceptible) y calor total en horario laboral de oficina.

CALCULO DE CALEFACCIÓN

LOCAL:	DESPACHO DIRECCIÓN		SUPERFICIE (m2)		26,43
CLIENTE:	TALLERES JOSE ESPASANDIN				
PROYECTO:	CLIMATIZACIÓN TALLER MECÁNICO ON APOORTE DE ENERGIAS RENOVABLES				
PROVINCIA:	A CORUÑA	FACTOR DE INTERMITENCIA			20%
			K (Kcal/ h °C m2)	TIPO	
		TECHO	1,2	BAJO LOCAL	
	°C	PARED EXT.	1,4		
TEMPERATURA EXTERIOR	-2	TABIQUES	1,7		
TEMPERATURA INTERIOR	21	SUELO	1,2		
DIFERENCIA	23	VENTANAS	2,7		
Nº PERSONAS	2				
AIRE EXTERIOR (s/ RITE)	OFICINAS		190,296	m3/h	

			DATO	K	dT	W SENSIBLES
TRANSMISION	m2 VENTANAS	N				
		NE				
		E				
		SE				
		S				
		SO				
		O	3,60	2,7	23	260
		NO				
		H				
	m2 PARED EXTERIOR	NE				
		E				
		SE				
		S				
		SO				
		O	14,70	1,4	23	550
		NO				

		N				
	m2 TECHO	BAJO LOCAL	26,43	1,2	12	424,1093023
	m2 TABIQUES INTERIORES		47,00	1,7	12	1.068
	m2 SUELO		26,43	1,2	12	424
C.I.	PERSONAS					0
	ILUMINACION					0
A.E.	m3/h INFILTRACIONES					
	m3/h AIRE EXTERIOR		190,30			1.466
				FACTOR DE INTERMITENCIA		839
				CARGA TOTAL (W).....		5.031

Tabla 3.8.3.4.2.6 – Cálculos para la calefacción del local.

➤ Sala de reuniones

CALCULO CARGAS FRIGORIFICAS

30/07/17
18:45

LOCAL:	SALA DE REUNIONES	SUPERFICIE (m2)	28	Nº PERSONAS	4	
CLIENTE:	TALLERES JOSE ESPASANDIN					
PROYECTO:	CLIMATIZACIÓN TALLER MECÁNICO ON APOORTE DE ENERGIAS RENOVABLES					
PROVINCIA:	A CORUÑA					
HORA SOLAR	17			K (Kcal/ h °C m2)	(kg/m3)	TIPO
		TECHO	1,2	300	BAJO LOCAL	
	°C,%HR	ENTALPIA	PARED EXT.	1,4	300	
TEMPERATURA EXTERIOR	26	15,0	TABIQUES	1,7		
HUMEDAD RELATIVA. EXT.	67		SUELO	1,2		
TEMPERATURA INTERIOR	24	13,3	VENTANAS	2,7		
HUMEDAD RELATIVA.INTER	65		FACTOR DE SOMBRA	CORTINA INT	C. DOBLE	0,52
AIRE EXTERIOR (s/ RITE)	SALA DE REUNIONES		201,6	m3/h		

		DATO	K, R	dT	W LATENTES	W SENSIBLES
RADIACION	m2 VENTANAS	N				
		NE				
		E				
		SE				
		S				
		SO				
		O	3,60	436		949
		NO				
		H				
	Sombra					
TRANSMISION	m2 VENTANAS	N				
		NE				
		E				
		SE				
		S				
		SO				
		O	3,60	2,7	2	23

		NO					
		H					
		Sombra					
	m2 PARED EXTERIOR	N					
		NE					
		E					
		SE					
		S					
		SO					
		O	14,95	1,4	11		277
		NO					
	Sombra						
	m2 TECHO	BAJO LOCAL	28,00	1,20	1,0		39
m2 TABIQUES INTERIORES		48,09	1,70	1,0		95	
m2 SUELO		28,00	1,20	1,0		39	
C. INT.	Nº PERSONAS	BAJA ACTIVIDAD	4,00		140	270	
	W ILUMINACION	FLUORESCENTE	200,00			250	
	W APARATOS ELECTRICOS		150,00			150	
	W CARGA LATENTE						
A. E.	m3/h INFILTRACIONES						
	m3/h AIRE EXTERIOR		201,60		351	135	
					(W)	490	2.227
					CARGA TOTAL (W)	2.717	
LA CARGA PUNTA SE PRODUCE A LAS 17 h							

C. SENSIBLE (W)		C. TOTAL(W)
8h	887,73	1378
9h	894,26	1384
10h	900,79	1391
11h	927,56	1418
12h	954,33	1444
13h	1.165,49	1656
14h	1.528,76	2019
15h	1.924,97	2415
16h	2.135,00	2625
17h	2.227,10	2717
18h	2.054,91	2545
19h	1.688,59	2179
20h	1.359,23	1849

Tabla 3.8.3.4.2.7 – Cálculos para la refrigeración del local

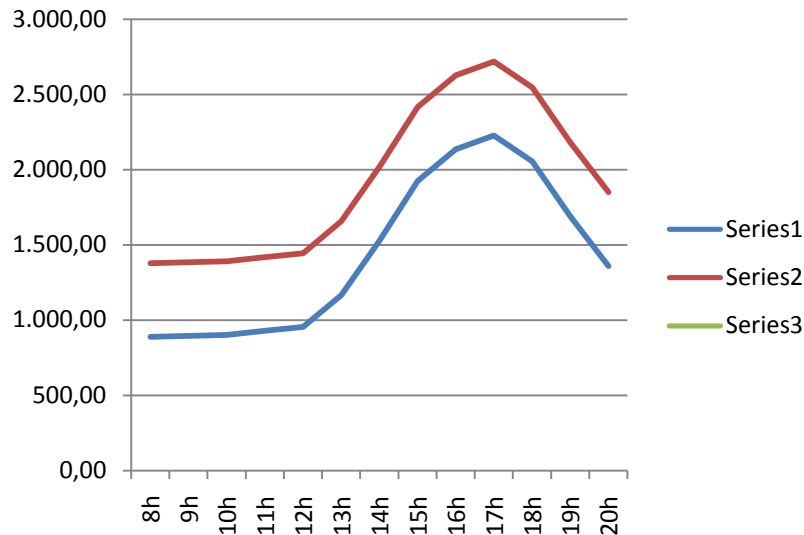


Gráfico 3.8.3.4.2.4 – Relación entre calor sensible (perceptible) y calor total en horario laboral de oficina.

CALCULO DE CALEFACCIÓN

LOCAL:	SALA DE REUNIONES		SUPERFICIE (m2)	28
CLIENTE:	TALLERES JOSE ESPASANDIN			
PROYECTO:	CLIMATIZACIÓN TALLER MECÁNICO ON APOORTE DE ENERGIAS RENOVABLES			
PROVINCIA:	A CORUÑA	FACTOR DE INTERMITENCIA		20%
			K (Kcal/ h °C m2)	TIPO
		TECHO	1,2	BAJO LOCAL
		PARED EXT.	1,4	
TEMPERATURA EXTERIOR	-2	TABIQUE	1,7	
TEMPERATURA INTERIOR	21	SUELO	1,2	
DIFERENCIA	23	VENTANAS	2,7	
Nº PERSONAS	4			
AIRE EXTERIOR (s/ RITE)	SALA DE REUNIONES	201,6	m3/h	

			DATO	K	dT	W SENSIBLES
TRANSMISION	m2 VENTANAS	N				
		NE				
		E				
		SE				
		S				
		SO				
		O	3,60	2,7	23	260
		NO				
		H				
	m2 PARED EXTERIOR	NE				
		E				
		SE				
		S				
		SO				
		O	14,95	1,4	23	560
		NO				
		N				
	m2 TECHO	BAJO LOCAL	28	1,2	12	449,3023256
	m2 TABIQUES INTERIORES		48,09	1,7	12	1.093

	m2 SUELO	28,00	1,2	12	449
C.I.	PERSONAS				0
	ILUMINACION				0
A.E.	m3/h INFILTRACIONES				
	m3/h AIRE EXTERIOR	201,60			1.553
		FACTOR DE INTERMITENCIA			873
		CARGA TOTAL (W).....			5.237

Tabla 3.8.3.4.2.8 – Cálculos para la calefacción del local.

3.8.3.4.3 Cálculos justificativos para los conductos de las cajas de ventilación

En este apartado solo se tiene en cuenta el cálculo de las cajas de ventilación de grandes dimensiones, donde el cálculo de los conductos es más significativo, a diferencia de tramos cortos como ocurre en los aseos o vestuarios de la zona de oficina, donde las pérdidas de carga no son considerables. Estas son por tanto las tablas resumen de dichos cálculos.

➤ Caja de ventilación para extracción al exterior.

EXTRACCIÓN VE-01		RAMAL CÁLCULO		7	V. tramo final-m/seg.
Sup. Total m²	125,00	TRAMOS TOTALES		7	6
P.A / P.B	Sup. Ramal			Caudal Unitario Aprox	
OFICINAS	Caudal Ramal	Q =	910,00	CAUDAL TOTAL	910,00

Tramo N°	Caudal m³/h	Velocidad m/seg.	Diámetro m	Sección m²	Dimensiones por calculo	
					Lado A (m)	Lado B (m)
1	910,00	6,00	0,23	0,04	0,30	0,17
2	730,00	5,74	0,21	0,03	0,25	0,16
3	630,00	5,57	0,20	0,03	0,25	0,14
4	450,00	5,21	0,17	0,02	0,20	0,13
5	180,00	4,34	0,12	0,01	0,20	0,05
6	90,00	3,78	0,09	0,00	0,15	0,03
7	180,00	4,34	0,12	0,01	0,15	0,07

Tramo N°	Caudal m³/h	Curvas N°	Reduc. N°	Injertos N°	Salidas N°	Conducto metros
1	910		1	1		1,65
2	730		1	1		5,16
3	630		1	1		3,27
4	450		1	1		1,80
5	180		1	1		6,00
6	90		1	1		2,60
7	180		1	1		3,15

Pérd. de carga conducto			Pérdida	
M.	Perd. Carga	Totales	unitaria	
1,65	0,315	0,315	0,191	
5,16	0,986	1,302	0,191	
3,27	0,625	1,927	0,191	
1,80	0,344	2,271	0,191	
6,00	1,147	3,417	0,191	
2,60	0,497	3,914	0,191	
3,15	0,602	4,516	0,191	

Pérdida de carga total		
	nº	mm.c.d.a.
Pérdida conducto	23,63	4,52
Curvas		
Reducciones	7	2,20
Injertos	7	2,75
Salidas		
Rejillas	6	3,18
Sub-Total		12,65
Total		12,65

Tramo	Conducto		Equipo		
Nº	Dimensiones reales		Total (m²)	Tipo	Pot. (W)
1	0,30	0,20	1,65	S&P CAB ECO 200-8	100
2	0,25	0,20	4,64	Rejillas	
3	0,25	0,20	2,94	Nº	P.de C.
4	0,20	0,20	1,44	6	Según caudal
5	0,20	0,15	4,20	Modelo ISE - MADEL	
6	0,15	0,15	1,56		
7	0,15	0,15	1,89		
TOTAL m²:			18,33		

Tabla 3.8.3.4.3.1

➤ Caja de ventilación para impulsión filtrada.

IMPULSIÓN VI-01		RAMAL CÁLCULO		6	V. tramo final-m/seg.
Sup. Total m²	125,00	TRAMOS TOTALES		6	6
P.A / P.B	Sup. Ramal			Caudal Unitario Aprox	
OFICINAS	Caudal Ramal	Q =	910,00	CAUDAL TOTAL	
				182,00	
				910,00	

Tramo	Caudal	Velocidad	Diámetro	Sección	Dimensiones por calculo	
Nº	m³/h	m/seg.	m	m²	Lado A (m)	Lado B (m)
11	910,00	6,00	0,23	0,04	0,30	0,17
12	730,00	5,74	0,21	0,03	0,25	0,16
13	550,00	5,43	0,19	0,03	0,20	0,15
14	180,00	4,34	0,12	0,01	0,15	0,07
15	370,00	5,01	0,16	0,02	0,20	0,10
16	180,00	4,34	0,12	0,01	0,15	0,07

Tramo	Caudal	Curvas	Reduc.	Injertos	Salidas	Conducto
Nº	m³/h	Nº	Nº	Nº	Nº	metros
11	910		1	1		2,38
12	730		1	1		5,90
13	550		1	1		3,80
14	180	2	1	1		9,10
15	370		1	1		2,09
16	180	1	1	1		6,20

Pérd. de carga conducto		
M.	Perd. Carga	Totales
2,38	0,455	0,455
5,90	1,128	1,583
3,80	0,726	2,309
9,10	1,739	4,048
2,09	0,399	4,448
6,20	1,185	5,633

Pérdida unitaria
0,191
0,191
0,191
0,191
0,191
0,191

Pérdida de carga total		
	nº	mm.c.d.a.
Pérdida conducto	29,47	5,63
Curvas	3	0,69
Reducciones	6	1,98
Injertos	6	2,48
Salidas		
Rejillas	6	3,18
Sub-Total		13,97
Total		13,97

Tramo	Conducto			Equipo		
Nº	Dimensiones reales		Total (m²)	Tipo		Pot. (W)
11	0,30	0,20	2,38	S&P CAB ECO 200-8		100
12	0,25	0,20	5,31	Cassettes - Rejillas		
13	0,20	0,20	3,04	Nº	Dimensiones	P.de C.
14	0,15	0,15	5,46	5	Según caudal	0,53
15	0,20	0,15	1,46	Modelo	TOSHIBA - MADEL (I SE)	
16	0,15	0,15	3,72			
	TOTAL m²:		21,37			

Tabla 3.8.3.4.3.2

3.8.4 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN ZONA DE TALLER

3.8.4.1 INTRODUCCIÓN

Atendiendo a la IT 1.1.4.2 del RITE 2007, se dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, y más tratándose de un taller mecánico donde los trabajadores permanecen expuestos por un largo tiempo.

Debe tenerse en cuenta la existencia de un sistema de extracción de humos en las zonas de posible carburación de los coches y sistemas particulares de extracción en zona estanca para el caso de la cabina de pintura. Este último punto, la cabina de pintura, es descartada en el cálculo objeto del proyecto, al ya disponer ella misma de un sistema de climatización controlada (para la optima calidad de aplicación y acabado de la misma) y ventilación filtrada (más restrictiva, con el fin de poder eliminar cualquier tipo de porosidad en el acabado de la superficie).

3.8.4.2 DATOS DE PARTIDA

Para el cálculo de la instalación se prevé una media de 8 vehículo, uno por estación de trabajo. Según IT 1.1.4.2.2 se clasifica la zona del local como IDA 4: Aire de calidad baja.

El local debería tener un sistema de ventilación natural basándonos en tabla 1.4.2.1 de RD.1027/2007 (RITE) y la norma UNE 13779 que sustituye a la 100011 estimándose una renovación de 5 l/s por persona (IDA 4).

Según IT 1.1.4.2.4 la calidad de aire exterior (ODA) marcará el nivel de filtrado a aplicar. En este caso, el aire exterior se considera el habitual de las zonas exteriores de áreas residenciales, como es el caso de la zona donde se ubica el taller. Por ello, y de forma conservadora, se califica de ODA 2.

Tabla 1.4.2.5 Clases de filtración				
Calidad del aire exterior	Calidad del aire interior			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
ODA 3	F7+GF (*)+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Tabla 3.8.4.2.1

Por lo tanto, y según la tabla 1.4.2.5, la clase de filtración mínima preceptiva será la F6 para la caja de ventilación de impulsión (en este caso VI-02).

El aire de extracción se clasifica según IT 1.1.4.2.5 como AE2 (moderado nivel de polución) ya que la actividad general no conlleva el uso de productos contaminantes ni aerosoles.

Tanto los humos procedentes de los motores en continuo como los procedentes de la cabina de pintura serán tratados con los extractores manuales-naturales, equipos proyectados a tal efecto, y evacuados por la chimenea o equipo propio integrado ubicado a tal efecto en el caso de la cabina de pintura.

3.8.4.2.1 Caracterización y cuantificación de las exigencias

El caudal de ventilación mínimo para los locales destinados a aparcamiento se obtiene en la tabla, que resume a la perfección las exigencias normativas que explicaremos tras ella.

Ventilación	Normativa	Nº de vehículos	Caudal L/s por vehículo	Caudal total m3/h
Extracción	CTE-DB-SI	8	150	4320
Impulsión	CTE-DB-HS3	8	120	3456

Tabla 3.8.4.2.1.1

En los aparcamientos y garajes debe disponerse un sistema de ventilación que puede ser natural o mecánica. En nuestro caso, además de la ventilación natural existente, realizaremos una ventilación de impulsión y extracción mecánica.

La ventilación se realizará por depresión y será para uso exclusivo del taller.

Debe evitarse que se produzcan estancamientos de los gases contaminantes y para ello, las aberturas de ventilación deben disponerse de la forma indicada a continuación o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:

- a) haya una abertura de admisión y otra de extracción por cada 100 m² de superficie útil.
- b) la separación entre aberturas de extracción más próximas sea menor que 10 m.
- c) Como mínimo deben emplazarse dos terceras partes de las aberturas de extracción a una distancia del techo menor o igual a 0,5 m.

Deben disponerse una o varias redes de conductos de extracción dotadas del correspondiente aspirador mecánico, en función del número de plazas del aparcamiento P, de acuerdo con los valores que figuran en la tabla

Número mínimo de redes de conductos de extracción	
$P \leq 15$	1
$15 < P \leq 80$	2
$80 < P$	1 + parte entera de $P/40$

Tabla 3.8.4.2.1.2

En los aparcamientos con más de cinco plazas debe disponerse un sistema de detección de monóxido de carbono que active automáticamente los aspiradores mecánicos cuando se alcance una concentración de 50 p.p.m. en aparcamientos donde se prevea que existan empleados y una concentración de 100 p.p.m. en caso contrario.

3.8.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación constará de dos ramales, uno para impulsión y otro para retorno de aire. Su disposición será enfrentada para que el barrido sea mayor. Es importante recalcar que el sobredimensionamiento a la hora de seleccionar los caudales de las cajas de ventilación y retorno se debe también al aprovechamiento de las mismas para ventilar las dependencias de almacén de recambios, de residuos y pinturas.

Caudal demandado m3/h	Caudal instalado m3/h
4320	5100
3456	4340

Tabla 3.8.4.3

Se cumplirán todas las especificaciones citadas a continuación.

➤ Aberturas y bocas de ventilación.

Las aberturas de admisión que comunican la nave directamente con el exterior, las mixtas y las bocas de toma deben estar en contacto con un espacio exterior suficientemente grande para permitir que en su planta pueda situarse un círculo cuyo diámetro sea igual a un tercio de la altura del cerramiento más bajo de los que lo delimitan y no menor que 4 m, de tal modo que ningún punto de dicho cerramiento resulte interior al círculo y que cuando las aberturas estén situadas en un retranqueo, el ancho de éste cumpla las siguientes condiciones:

- a) sea igual o mayor que 3 m cuando la profundidad del retranqueo esté comprendida entre 1,5 y 3 m
- b) sea igual o mayor que la profundidad cuando ésta sea mayor o igual que 3 m.

Las aberturas de ventilación en contacto con el exterior deben disponerse de tal forma que se evite la entrada de agua de lluvia o estar dotadas de elementos adecuados para el mismo fin.

Las bocas de expulsión deben situarse separadas horizontalmente 3 m como mínimo, de cualquier elemento de entrada de aire de ventilación (boca de toma, abertura de admisión, puerta exterior y ventana), del linde de la parcela y de cualquier punto donde pueda haber personas de forma habitual que se encuentren a menos de 10 m de distancia de la boca. Todo ello aparece correctamente representado en los planos.

Las bocas de expulsión deben disponer de malla antipájaros u otros elementos similares. Las rejillas exteriores MADEL van provistas de las mismas.

➤ Conductos de admisión y retorno

Los conductos deben tener sección uniforme y carecer de obstáculos en todo su recorrido.

Los conductos de chapa de acero galvanizado deben tener un acabado que dificulte su ensuciamiento y deben ser practicables para su registro y limpieza cada 10 m como máximo en todo su recorrido.

Cuando se prevea que en las paredes de los conductos pueda alcanzarse la temperatura de rocío éstos deben aislarse térmicamente de tal forma que se evite que se produzcan condensaciones, aunque en este caso utilizaremos chapa galvanizada rectangular sin aislamiento (al ser solo ventilación).

Los conductos que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben cumplir las condiciones de resistencia a fuego del apartado 3 de la sección SI1.

Los conductos deben ser estancos al aire para su presión de dimensionado.

3.5.4.3.1 Características técnicas de los equipos y accesorios

3.5.4.3.1.1 Caja de ventilación de impulsión

El equipo de ventilación escogido para la impulsión de aire filtrado F6 es de Soler & Palau, modelo CHGT/4-400-6/0,25 de las siguientes características. Esta caja de ventilación helicoidal está capacitada para trabajar inmersa a 400°C durante 2 horas, está fabricada en chapa galvanizada (mismo material que los conductos), de bajo nivel sonoro, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 25mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F6 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).



Imagen 3.8.4.3.1.1.1 – Caja de ventilación helicoidal

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - 4 polos - 1450 rpm

Modelo	Potencia motor (kW)	Intensidad nominal motor (A)		Caudal máximo (m³/h)	Código 400°C/2h
		230 V	400 V		
CHGT/4-400-6/-0,25	0,25	1,4	0,8	4.340	G84406002U0

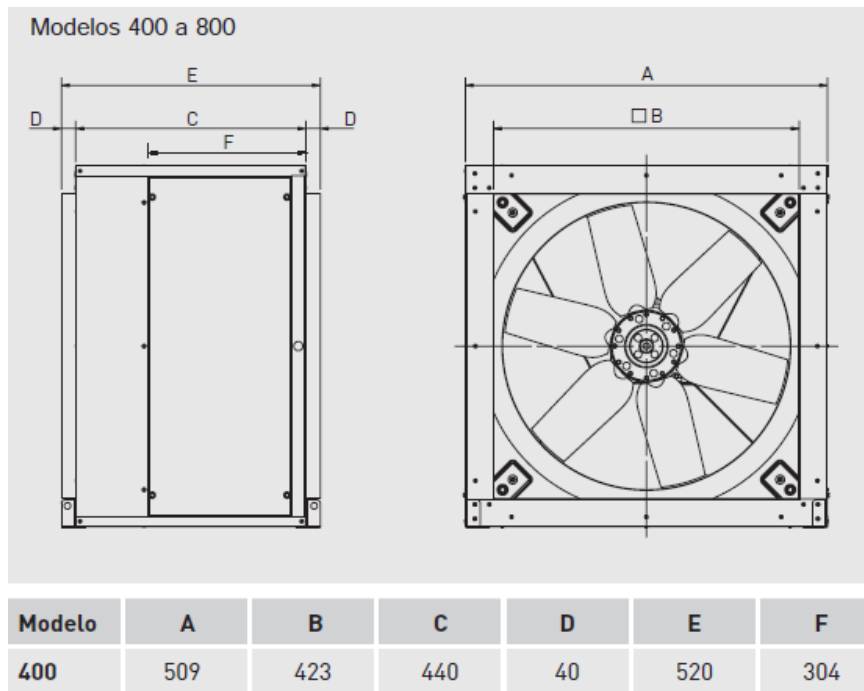


Imagen 3.8.4.3.1.1.2 – Características caja de ventilación

3.5.4.3.1.2 Caja de ventilación de extracción

El equipo de ventilación escogido para la extracción es de Soler & Palau, modelo CHGT/4-450-6/0,25 de las siguientes características. Esta caja de ventilación helicoidal está capacitada para trabajar inmersa a 400°C durante 2 horas, está fabricada en chapa galvanizada (mismo material que los conductos), de bajo nivel sonoro, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 25mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F6 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).



Imagen 3.8.4.3.1.2.1 – Caja de ventilación helicoidal

CARACTERISTICAS TECNICAS - 4 polos - 1450 rpm

Modelo	Potencia motor (kW)	Intensidad nominal motor (A)		Caudal máximo (m³/h)	Código 400°C/2h
		230 V	400 V		
CHGT/4-450-6/-0,25	0,25	1,4	0,8	5.100	G84456002U0

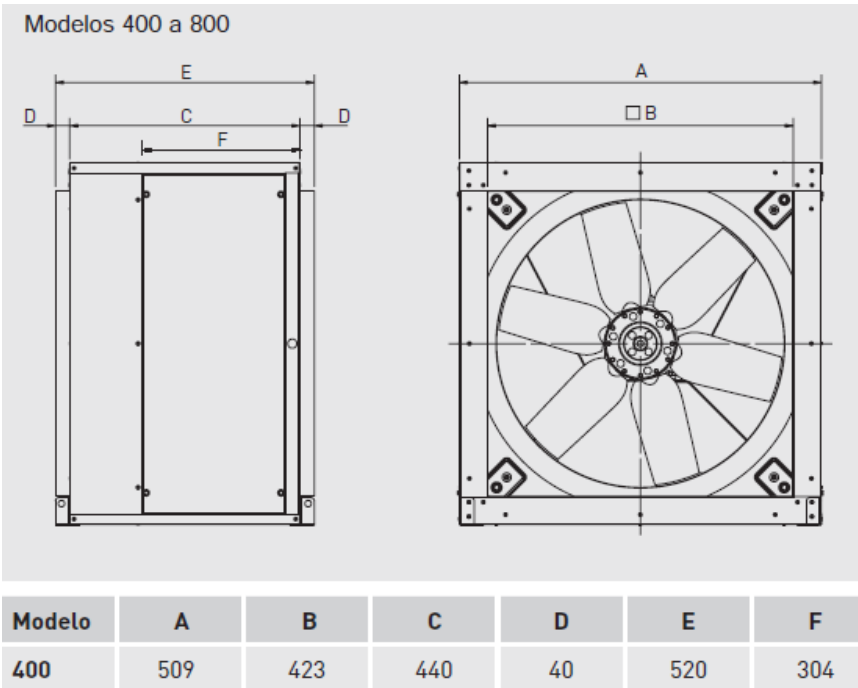


Imagen 3.8.4.3.1.2.2 – Características caja de ventilación

3.5.4.3.1.3 *Rejillas taller*

Marca MADEL modelo DXT-A con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para los equipos de ventilación y su flujo de aire en fachada.



Imagen 3.8.4.3.1.3.1

Marca MADEL modelo SCV (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión y retorno de aire a lo largo del taller.



Imagen 3.8.4.3.1.3.2

3.8.4.3.1.4 Compuertas sobrepresión zona taller

Marca MADEL modelo SMS con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para evitar que retornos indeseados penetren en los almacenes.



Imagen 3.8.4.3.1.4.1

3.8.4.3.2 Características de la construcción

3.8.4.3.2.1 Dimensionado teórico

Cuando los conductos se dispongan contiguos a un local habitable, salvo que estén en la cubierta, para que el nivel sonoro continuo equivalente estandarizado ponderado producido por la instalación no supere 30 dBA, la sección nominal de cada tramo del conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula (o cualquiera otra solución que proporcione el mismo efecto):

$$S = 2,50 \times q_{vt}$$

Ecuación 3.8.4.3.2.1.1

Siendo:

q_{vt} = caudal de aire en el tramo del conducto [l/s], que es igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.

Cuando los conductos se dispongan en la cubierta, la sección debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la fórmula

$$S = 2,00 \times q_{vt}$$

Ecuación 3.8.4.3.2.1.2

Para todo lo demás, el cálculo de los conductos se realizará de la misma forma en que se explicó en el punto 3.8.3.4.1.

3.8.4.3.2.2 Productos de construcción y ejecución.

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en los sistemas de ventilación deben cumplir las siguientes condiciones:

- a) lo especificado en los apartados anteriores
- b) lo especificado en la legislación vigente
- c) que sean capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio.

Debe preverse el paso de los conductos a través de los forjados y otros elementos de partición horizontal de tal forma que se ejecuten aquellos elementos necesarios para ello tales como brochales y zunchos. Los huecos de paso de los forjados deben proporcionar una holgura perimétrica de 20 mm y debe rellenarse dicha holgura con aislante térmico.

El tramo de conducto correspondiente a cada planta debe apoyarse sobre el forjado inferior de la misma. En nuestro caso, al ser una nave si forjado en la mayoría del espacio, no aplicará. Los conductos se soportarán mediante abrazaderas y tirantes, a la pared o viga más cercana.

Las aberturas de extracción conectadas a conductos de extracción deben taparse adecuadamente para evitar la entrada de escombros u otros objetos en los conductos hasta que se coloquen los elementos de protección correspondientes.

Se consideran satisfactorios los conductos de chapa ejecutados según lo especificado en la norma UNE 100 102:1988.

El sistema de ventilación mecánica debe colocarse sobre el soporte de manera estable (bancadas) y utilizando elementos antivibratorios (silemblocks), como ya se vió en el apartado de climatización.

Los empalmes y conexiones deben ser estancos y estar protegidos para evitar la entrada o salida de aire en esos puntos.

3.8.4.3.2.3 Sistema final proyectado

Para que el taller proyectado disponga de ventilación natural permanente, directa al exterior y repartida por su perímetro, se justifica la proporción de superficie de ventilación necesaria de la siguiente manera:

PLANT A	Nº plazas	Superficie m²	m² Ventilación exigible	
			CO = 0,5% Sup.	Incendio = 0,25% Sup.
Taller	8	1.050	5,25 m²	2.,625 m²

Tabla 3.8.4.3.2.3.1

Visto lo cual y a pesar de estar repartida la entrada de aire de forma uniforme, es preceptivo instalar un sistema de extracción forzada, que garantice una renovación mínima de aire de 120 l/s por plaza, que cumplirá un doble objetivo:

1. Garantizar la ventilación del garaje para impedir la concentración de CO como consecuencia de las emanaciones producidas por el funcionamiento de los motores de los vehículos.
2. Garantizar la evacuación de los humos en caso de incendio.

Con este fin se proyecta dicho sistema de aspiración de aire mediante una red de conductos de chapa galvanizada, de secciones rectangulares, provistas de rejillas y dispuestas de forma que se efectúe un barrido total de toda la superficie del garaje.

En los planos correspondientes se indican la distribución y dimensiones de los conductos, así como de las rejillas, de extracción e impulsión.

Las instalaciones de extracción de los garajes serán homologadas para garantizar su funcionamiento durante 2 horas a 400°C, como se ha descrito en las características técnicas de los equipos de ventilación.

Por sus dimensiones y características constructivas, se proyecta la red de distribución, según indicamos a continuación:

Instalación ventilación para zona taller		
Trabajo	Q (m³/h)	Cajas ventilación
Impulsión	4.340	CHGT/4-400-6.
Extracción	5100	CHGT/4-450-6.

Tabla 3.8.4.3.2.3.2

La puesta en marcha de los motores se efectuará a través de un sistema de detección de monóxido de Carbono, que efectuará la conexión de los mismos al detectarse una concentración prefijada de CO en el ambiente del garaje.

3.8.4.3.2.4 Detección de CO₂ y evacuación de humos.

Para evitar una concentración de CO, que pueda resultar peligrosa, como consecuencia del funcionamiento de los vehículos, se proyecta un sistema de detección automática de CO, compuesta por detectores homologados, con base, provistos de semiconductor de alta sensibilidad para bajas concentraciones, de actuación automática en concentraciones superiores a 50 ppm y una cobertura de 300 m², con led de señalización incorporado.

Cada detector abarcará una superficie equivalente a un radio de acción de 9,5 m aproximadamente, al actuar pondrá en marcha la impulsión y extracción, por medio de la correspondiente señal que la central detectora enviará al cuadro de accionamiento de los ventiladores. Las características se han descrito ya en el apartado de protección contra incendios, pero se resume aquí:

- Fuente de alimentación 220/18 V.
- Programa mediante selector de 10 niveles, de 9 a 330 ppm.
- Número de zonas = 1
- Disposición con: marcha, paro automático y manual, indicador de avería y de nivel de concentración.
- La instalación de los detectores se efectuará con circuito de 2 x 1,5 mm² en tubo PVC. Ø 13 mm, siendo el número total de detectores mayor o igual a seis.

Con respecto a la evacuación de humos, se puede observar en este proyecto que existe un anexo en exclusiva para PCI, donde se proyecta un sistema de detección automática de incendio, que permitirá poner en marcha los sistemas de extracción de humos.

Este funcionamiento será prioritario sobre el sistema de detección de CO, de tal forma que al producirse la señal de alarma de incendio, se detendrán los equipos de impulsión del garaje que pudiesen estar funcionando y mantendrán su funcionamiento (o se pondrán en marcha), los equipos de extracción.

La instalación de las respectivas centrales de, detección de CO y detección de incendios, deberá combinarse para garantizar el funcionamiento indicado, por medio de los correspondientes enclavamientos eléctricos y mecánicos.

3.8.4.3.2.5 Desclasificación del garaje

Atendiendo a la ITC-BT 29 la clasificación del local se entiende con riesgo de incendio o explosión para lo cual deberemos desclasificar el recinto mediante la utilización de ventilación adecuada que garantice la imposibilidad de llegar a tener una atmósfera potencialmente explosiva.

Para ello, habrá que tener en cuenta los límites de explosividad.

- **LIE:** Límite Inferior de Explosividad. Concentración mínima de vapor-aire por debajo de la cual el fuego no se propaga.
- **LSE:** Límite Superior de Explosividad. Concentración máxima de vapor-aire por encima de la cual el fuego no se propaga.

Además se deberá asegurar que la atmósfera en el interior de los aparcamientos-talleres sea aceptable para la salud de las personas. Por lo que se tendrá en cuenta que la cantidad de contaminante generada no sea elevada y se tendrá en cuenta en el cálculo la máxima concentración aceptable para la vida de los humanos (MAC).

Atendiendo a estos criterios, se toman los siguientes datos como límite tanto de la gasolina como del Monóxido de carbono.

Materias	Peso Molecular	Densidad relativa	Límite de explosividad % en volumen	Máxima concentración MAC		
Gasolina	86	0,68	1,3	6	300	890
CO	28,1	0,968	12,5	74,2	50	55

Tabla 3.8.4.3.2.5.1

Para todo esto necesitaremos obtener el caudal de ventilación que nos asegure un grado de dilución tal que la zona a ventilar quede clasificada como emplazamiento no peligroso. Esto lo conseguimos aplicando el CTE DB HS 3 y la norma UNE 100166 que en su capítulo de Generalidades establece que el cálculo se llevará a cabo por dilución del monóxido a niveles aceptables para la salud de las personas es suficiente

para controlar satisfactoriamente otras sustancias contaminantes (como ya se ha descrito con anterioridad).

- ✓ Monóxido de carbono.

El caudal de aire que debe aportar la ventilación teniendo en cuenta el LIE:

$$Q_{LIE} = \frac{G \cdot 100 \cdot C}{LIE \cdot B}$$

Ecuación 3.8.4.3.2.5.1

En donde:

- G= Velocidad de generación de gases en m³/h.
- LIE= Límite Inferior de explosividad en %.
- C= Factor de seguridad 4 a 12.
** Valor 4 significa mantener una concentración inferior al 25% de LIE.*
- B= Constante igual a 1 para temperaturas hasta 120° C.
** Para temperaturas superiores debe tomarse 0,7.*
- Q_{LIE}= Caudal en m³/h.

El caudal de aire que debe aportar la ventilación, teniendo en cuenta la máxima concentración de tóxico permitida por los humanos MAC:

$$Q_{MAC} = \frac{G \cdot 10^6 \cdot K}{MAC}$$

Ecuación 3.8.4.3.2.5.2

En donde:

- G= Velocidad de generación de gases en m³/h.
- MAC= Máxima concentración admisible en %.
- K= Factor de seguridad entre 1 a 10.
- Q_{MAC}= Caudal en m³/h.

Atendiendo a estas fórmulas y tomando como base los siguientes datos, se obtiene:

G= 1 m³/h.

C= 1

B= 1

LIE= 12,5%.

$$Q_{LIE} = \frac{G \cdot 100 \cdot C}{LIE \cdot B} = \frac{1 \cdot 100 \cdot 1}{12,51} = 8 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$G = 1 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$K = 1$$

$$\text{MAC} = 50 \text{ ppm}.$$

$$Q_{\text{MAC}} = \frac{G \cdot 10^6 \cdot K}{\text{MAC}} = \frac{1 \cdot 10^6 \cdot 1}{50} = 20.000 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Se ha tomado como MAC=50ppm según datos del Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales y OSALAN. Tabla VLA: Valor Límite Admitido; diario 25 p.p.m. Corta duración 50 p.p.m.

Comparando ambas fórmulas se concluye que el caudal para la dilución del CO en concentración máxima permitida (MAC) es 2500 veces superior que el caudal de ventilación necesario para evitar la atmósfera potencialmente explosiva (LIE).

✓ Gasolina.

A continuación si aplicamos los mismos criterios de ventilación sobre la base del LIE de explosividad y del MAC de la Gasolina, se obtiene:

$$Q_{\text{LIE}} = \frac{24 \cdot d \cdot 100 \cdot C \cdot S}{Pm \cdot \text{LIE} \cdot B}$$

Ecuación 3.8.4.3.2.5.3

En donde:

- d = Densidad de la gasolina. 0,68.
- LIE = Límite Inferior de explosividad en %. (1,3%)
- C = Factor de seguridad 4 a 12. (12)
- B = Constante igual a 1 para temperaturas hasta 120° C.
- Pm = Peso molecular de la gasolina (86)
- Q_{LIE} = Caudal en m^3/h .
- S= Litros/hora de gasolina a diluir.

* Experimentalmente un vehículo evapora 50 litros en 1000 días. (0,05l/día=0,002 l/hora)

Obteniéndose:

$$Q_{\text{LIE}} = \frac{24 \cdot d \cdot 100 \cdot C \cdot S}{Pm \cdot \text{LIE} \cdot B} = \frac{24 \cdot 0,68 \cdot 100 \cdot 12 \cdot 0,002}{86 \cdot 1,31} = 0,35 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{vehículo}$$

El caudal de aire que debe aportar la ventilación, teniendo en cuenta la máxima concentración de tóxico permitida por los humanos MAC:

$$Q_{MAC} = \frac{24 \cdot d \cdot 10^6 \cdot K \cdot S}{Pm \cdot MAC}$$

Ecuación 3.8.4.3.2.5.4

En donde:

- Q_{MAC} = Caudal en m³/h.
- D = Densidad de la gasolina. 0,68.
- Pm = Peso molecular de la gasolina (86)
- G = Velocidad de generación de gases en m³/h.
- MAC = Máxima Concentración Admisible en ppm (300ppm).
- K = Factor de seguridad entre 1 a 10. (10)
- S = Litros/hora de gasolina a diluir.

Atendiendo a estas fórmulas y tomando como base los siguientes datos, se obtiene:

$$Q_{MAC} = \frac{24 \cdot d \cdot 10^6 \cdot K \cdot S}{Pm \cdot MAC} = \frac{24 \cdot 0,68 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 0,002}{86 \cdot 300} = 12,6 m^3 / h / veh\acute{iculo}$$

Teniendo en cuenta que el máximo aforo 8 vehículos, se obtiene que el caudal mínimo necesario es de 101 m³/h aproximadamente.

El caudal calculado de ventilación en el taller es de 5100 m³/h por lo que se entiende que **se cumple** con las exigencias mínimas por explosividad

Los valores tanto por el cálculo del LIE como por el del MAC para la gasolina son despreciables, si los comparamos con el caudal de ventilación necesaria para eliminar el CO por Máxima Concentración de Toxicidad (MAC), por lo tanto si se asegura el cumplimiento de RD. 314/2006 Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS3 (Ventilación) o la norma UNE 100166 el local queda desclasificado como local con riesgo de explosión, atendiendo también a la normativa de electricidad (ITC-BT-19 apart. 17.4).

3.8.4.3.2.6 Mantenimiento y conversación.

Al igual que pasa con el mantenimiento anual de climatización, se deben realizar las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la siguiente tabla y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

Operaciones de mantenimiento		
	Operación	Periodicidad
Conductos	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanquidad aparente	5 años
Aberturas	Limpieza	1 año
Aspiradores híbridos, mecánicos, y extractores	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
Filtros	Revisión del estado	6 meses
	Limpieza o sustitución	1 años
Sistemas de control	Revisión del estado de sus automatismos	2 años

Tabla 3.8.4.3.2.6.1

3.8.4.3.3 Cálculos justificativos

➤ Caja de ventilación para extracción.

EXTRACCIÓN VE-06		RAMAL CÁLCULO		16	V. tramo final-m/seg.
Sup. Total m²	970,00	TRAMOS TOTALES		16	6
P.A / P.B	Sup. Ramal			Caudal Unitario Aprox	
OFICINAS	Caudal Ramal	Q =	5.100,00	CAUDAL TOTAL	5.100,00

Tramo	Caudal	Velocidad	Diámetro	Sección	Dimensiones por calculo	
Nº	m³/h	m/seg.	m	m²	Lado A (m)	Lado B (m)
21	5.100,00	6,00	0,55	0,24	0,50	0,57
22	195,00	3,12	0,15	0,01	0,15	0,07
23	4.905,00	5,95	0,54	0,44	0,50	1,05
24	4.475,00	5,85	0,52	0,21	0,50	0,50
25	4.045,00	5,73	0,50	0,19	0,45	0,51
26	3.615,00	5,60	0,48	0,18	0,45	0,47
27	3.185,00	5,46	0,45	0,16	0,40	0,47
28	2.755,00	5,30	0,43	0,14	0,40	0,42
29	2.325,00	5,13	0,40	0,12	0,40	0,37
30	1.895,00	4,92	0,37	0,10	0,40	0,31
31	1.465,00	4,68	0,33	0,08	0,35	0,28
32	1.035,00	4,36	0,29	0,06	0,30	0,25
33	605,00	3,92	0,23	0,04	0,30	0,15
34	195,00	3,12	0,15	0,01	0,15	0,11
35	410,00	3,62	0,20	0,04	0,20	0,22
36	195,00	3,12	0,15	0,01	0,15	0,12

Pérd. de carga conducto			Pérdida
M.	Perd. Carga	Totales	unitaria
3,02	0,244	0,244	0,081
5,09	0,411	0,655	0,081
2,79	0,225	0,880	0,081
4,30	0,347	1,227	0,081
4,30	0,347	1,574	0,081
4,30	0,347	1,922	0,081
4,30	0,347	2,269	0,081
4,30	0,347	2,616	0,081
4,30	0,347	2,963	0,081
4,30	0,347	3,310	0,081
4,55	0,367	3,678	0,081
4,05	0,327	4,005	0,081
5,85	0,472	4,477	0,081
3,95	0,319	4,796	0,081
3,02	0,244	5,040	0,081
6,08	0,491	5,531	0,081

Pérdida de carga total		
	nº	mm.c.d.a.
Pérdida conducto	68,5	5,53
Curvas	3	0,83
Reducciones	16	4,63
Injertos	16	5,79
Salidas		
Rejillas	14	7,42
Sub-Total		24,20
Total		24,20

Tramo	Conducto			Equipo		
N°	Dimensiones reales		Total (m²)	Tipo		Pot. (W)
21	0,50	0,40	5,44	S&P CHGT 4.450.6		550
22	0,15	0,15	3,05	Rejillas		
23	0,50	0,40	5,02	N°	Dimensiones	P.de C.
24	0,50	0,35	7,31	14	Según caudal	0,53
25	0,45	0,35	6,88	Modelo	ISE - MADEL	
26	0,45	0,35	6,88			
27	0,40	0,35	6,45			
28	0,40	0,3	6,02			
29	0,40	0,3	6,02			
30	0,40	0,25	5,59			
31	0,35	0,25	5,46			
32	0,30	0,25	4,46			
33	0,30	0,20	5,85			
34	0,15	0,15	2,37			
35	0,20	0,20	2,42			
36	0,15	0,15	3,65			
	TOTAL m²:		29.79			

➤ Caja de ventilación impulsión filtrada F6.

IMPULSIÓN VI-02		RAMAL CÁLCULO		16	V. tramo final-m/seg.
Sup. Total m²	970,00	TRAMOS TOTALES		16	6
P.A / P.B	Sup. Ramal			Caudal Unitario Aprox	310,00
OFICINAS	Caudal Ramal	Q =	4.340,00	CAUDAL TOTAL	4.340,00

Tramo	Caudal	Velocidad	Diámetro	Sección	Dimensiones por calculo	
Nº	m³/h	m/seg.	m	m²	Lado A (m)	Lado B (m)
41	4.340,00	6,00	0,51	0,20	0,50	0,48
42	177,00	3,16	0,14	0,01	0,15	0,07
43	4.163,00	5,95	0,50	0,37	0,50	0,88
44	3.779,00	5,84	0,48	0,18	0,45	0,47
45	3.395,00	5,71	0,46	0,16	0,40	0,48
46	3.011,00	5,58	0,44	0,15	0,40	0,44
47	2.627,00	5,43	0,41	0,13	0,40	0,39
48	2.243,00	5,26	0,39	0,11	0,35	0,39
49	1.859,00	5,06	0,36	0,10	0,35	0,34
50	1.152,00	4,60	0,30	0,06	0,30	0,25
51	774,00	4,25	0,25	0,05	0,30	0,19
52	384,00	3,69	0,19	0,03	0,20	0,15
53	707,00	4,17	0,24	0,05	0,25	0,26
54	530,00	3,94	0,22	0,04	0,20	0,21
55	353,00	3,63	0,19	0,02	0,20	0,15
56	177,00	3,16	0,14	0,01	0,15	0,11

Pérd. de carga conducto		
M.	Perd. Carga	Totales
2,17	0,190	0,190
3,11	0,272	0,462
5,75	0,503	0,965
5,36	0,469	1,434
5,39	0,472	1,906
6,52	0,571	2,477
6,24	0,546	3,023
6,09	0,533	3,556
1,74	0,152	3,708
3,96	0,347	4,055
5,16	0,452	4,507
7,64	0,669	5,175
3,16	0,277	5,452
6,98	0,611	6,063
2,10	0,184	6,247
3,77	0,330	6,577

Pérdida unitaria
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088
0,088

Pérdida de carga total		
	nº	mm.c.d.a.
Pérdida conducto	75,14	6,58
Curvas	3	0,18
Reducciones	16	4,56
Injertos	16	5,70
Salidas		

Rejillas	14	7,42
Sub-Total		24,45
Total		24,45

Tramo	Conducto			Equipo		
Nº	Dimensiones reales		Total (m²)	Tipo		Pot. (W)
41	0,50	0,30	3,47	S&P CHGT 4.400.6		550
42	0,15	0,15	1,87	Rejillas		
43	0,50	0,30	9,20	Nº	Dimensiones	P.de C.
44	0,45	0,30	8,04	14	Según caudal	0,53
45	0,40	0,30	7,55	Modelo	ISE - MADEL	
46	0,40	0,30	9,13			
47	0,40	0,25	8,11			
48	0,35	0,25	7,31			
49	0,35	0,25	2,09			
50	0,30	0,25	4,36			
51	0,30	0,20	5,16			
52	0,20	0,15	5,35			
53	0,25	0,20	2,84			
54	0,20	0,20	5,58			
55	0,20	0,15	1,47			
56	0,15	0,15	2,26			
	TOTAL m²:		27,02			

Tablas 3.8.4.3.3.1



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

PLANOS

ÍNDICE

4 PLANOS

4.1 SITUACIÓN

4.2 EMPLAZAMIENTO EN POLÍGONO

4.3 EMPLAZAMIENTO EN PARCELA

4.4 DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA

4.5 DISTRIBUCIÓN PLANTA ALTA

4.6 ACOTACIÓN PLANTA BAJA

4.7 ACOTACIÓN PLANTA ALTA

4.8 ALZADOS

4.9 SECCIONES

4.10 ILUMINACIÓN PLANTA BAJA

4.11 ILUMINACIÓN PLANTA ALTA

4.12 FUERZA PLANTA BAJA

4.13 FUERZA PLANTA ALTA

4.14 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA PLANTA BAJA

4.15 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA PLANTA ALTA

4.16 CONTRAINCENDIOS PLANTA BAJA

4.17 CONTRAINCENDIOS PLANTA ALTA

4.18 FONTANERÍA PLANTA BAJA

4.19 FONTANERIA PLANTA ALTA

4.20 SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN PLANTA BAJA

4.21 SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN PLANTA ALTA

4.22 EVACUACIÓN CUBIERTA

4.23 SITUACIÓN PANELES SOLARES

4.24 MONTAJE PANELES ACS

4.25 ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE ACS

4.26 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: CONDUCTOS P.B.

4.27 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: CONDUCTOS P.A.

4.28 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: TUBERIAS P.B.

4.29 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: TUBERIAS P.A.

4.30 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: LINEAS ELÉCTRICAS P.B.

4.31 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN: LINEAS ELÉCTRICAS P.A.

4.32 ESQUEMA UNIFILAR C.G.A.

4.33 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 1

4.34 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 2

4.35 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 3

4.36 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 4

4.37 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. 5

4.38 ESQUEMA UNIFILAR C.S.A. EM

4.39 ESQUEMA UNIFILAR C.G.P.

4.40 ESQUEMA UNIFILAR C.G.F.

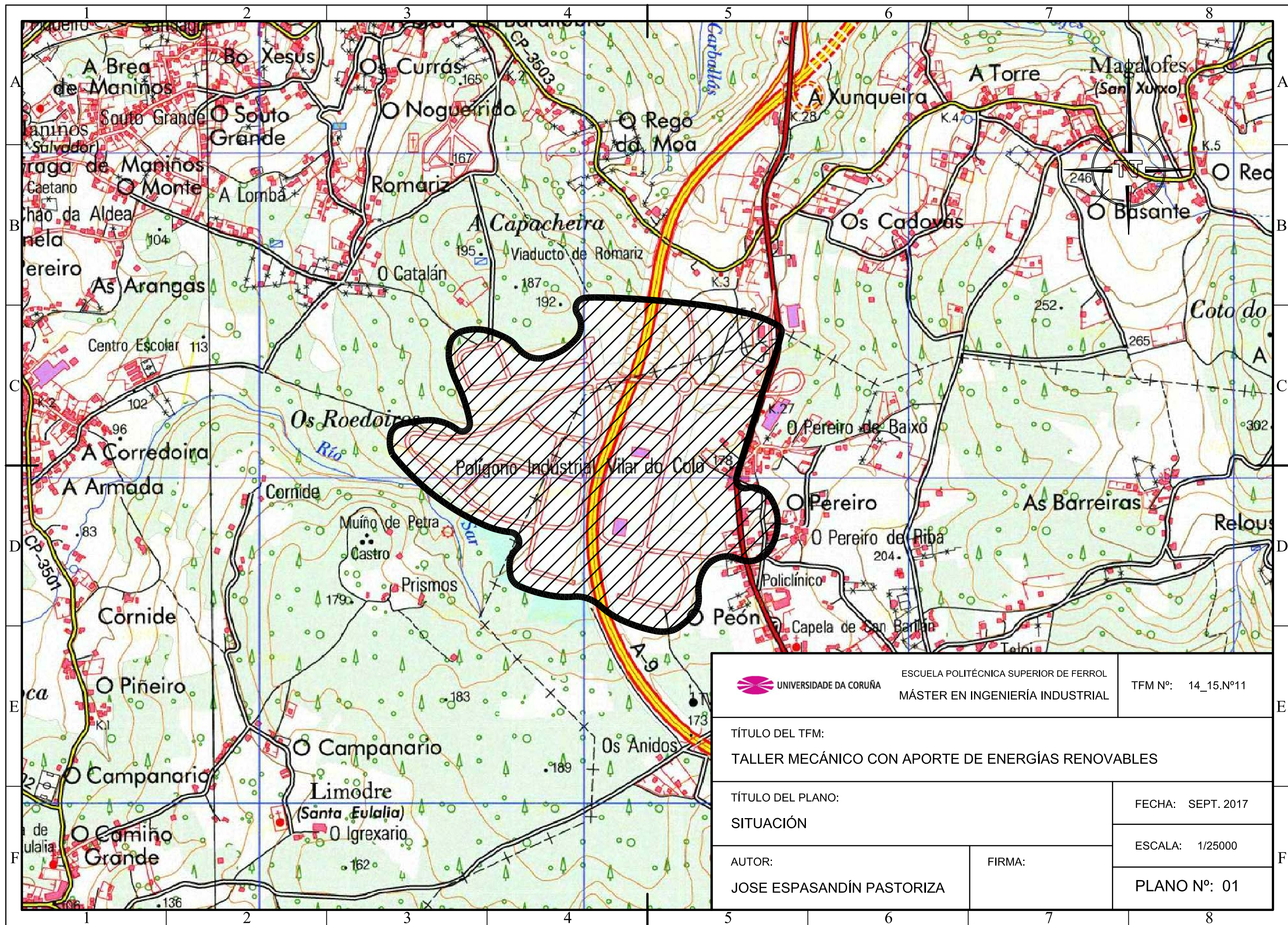
4.41 ESQUEMA UNIFILAR C.S.F. 1

4.42 ESQUEMA UNIFILAR C.S.F. 2

4.43 ESQUEMA UNIFILAR C.S.F. 3

4.44 ESQUEMA UNIFILAR C.S.F. 4

4.45 ESQUEMA UNIFILAR C.S. C.V



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
SITUACIÓN

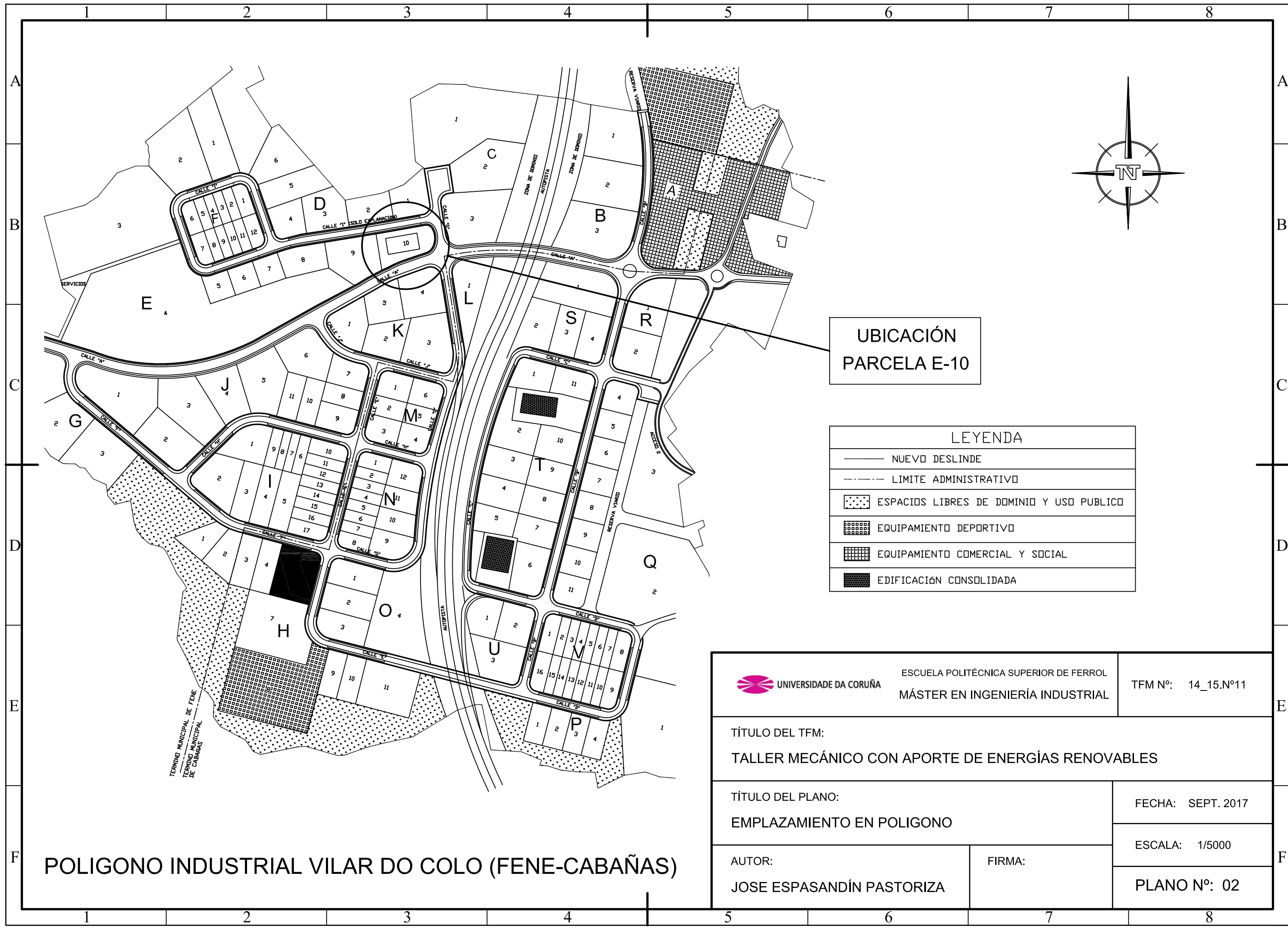
FECHA: SEPT. 2017

ESCALA: 1/25000

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA


FIRMA:

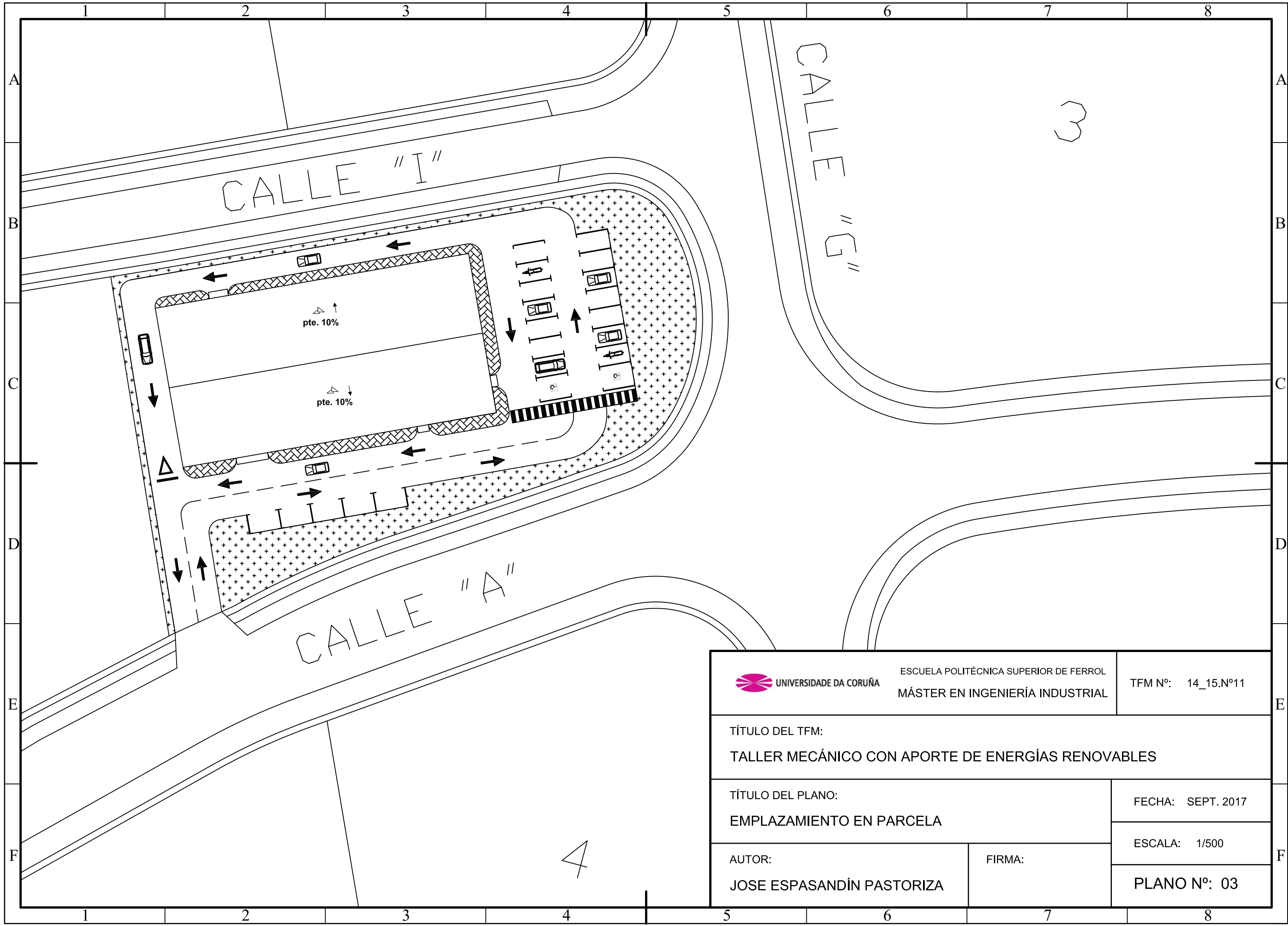
PLANO Nº: 01



UBICACIÓN
PARCELA E-10

LEYENDA	
	NUEVO DESLINDE
	LIMITE ADMINISTRATIVO
	ESPACIOS LIBRES DE DOMINIO Y USO PUBLICO
	EQUIPAMIENTO DEPORTIVO
	EQUIPAMIENTO COMERCIAL Y SOCIAL
	EDIFICACIÓN CONSOLIDADA

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO EN POLIGONO		FECHA: SEPT. 2017	
		ESCALA: 1/5000	
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:	PLANO Nº: 02



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
EMPLAZAMIENTO EN PARCELA

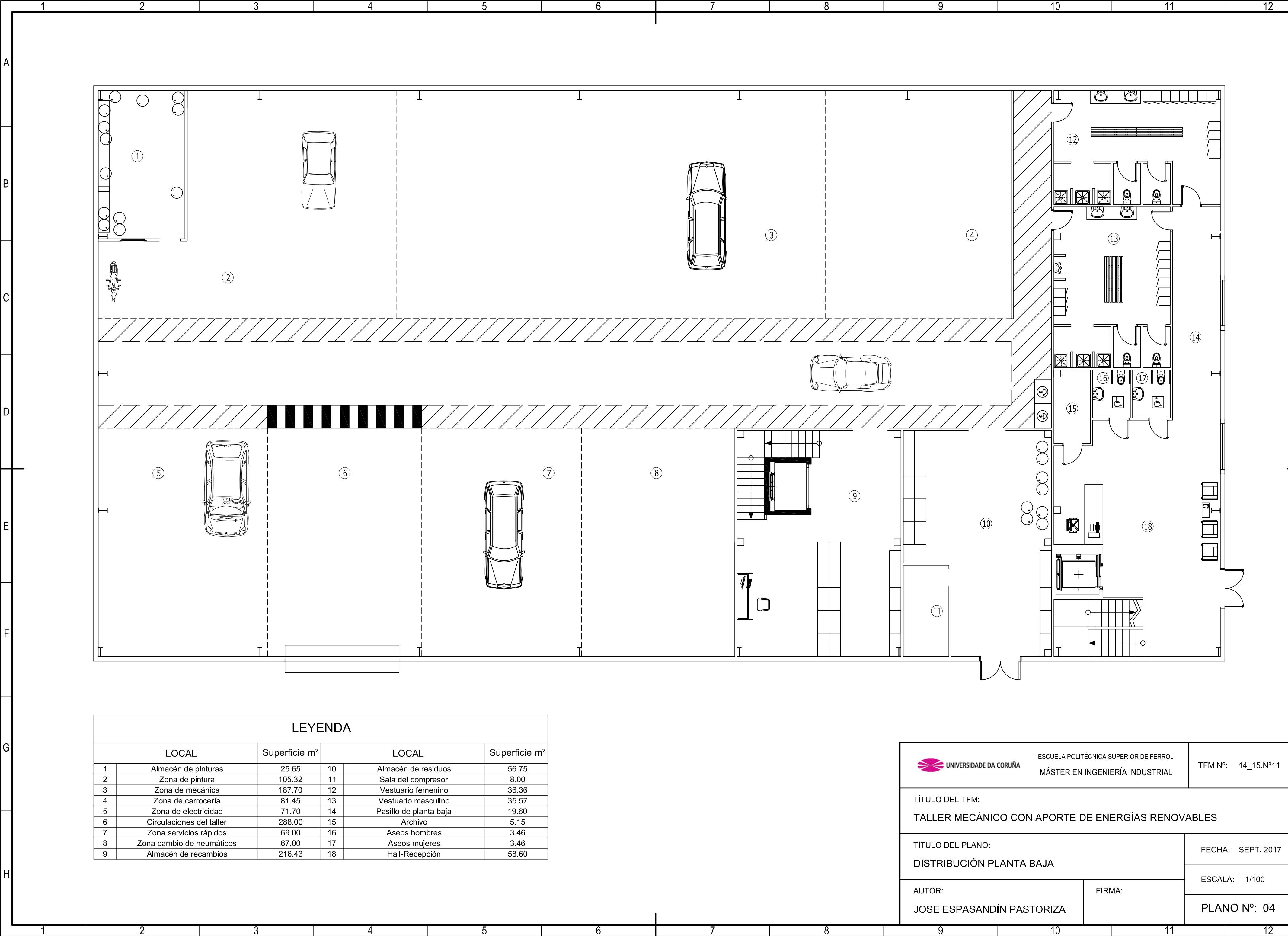
FECHA: SEPT. 2017

ESCALA: 1/500

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FIRMA:

PLANO Nº: 03



LEYENDA					
LOCAL		Superficie m²	LOCAL		Superficie m²
1	Almacén de pinturas	25.65	10	Almacén de residuos	56.75
2	Zona de pintura	105.32	11	Sala del compresor	8.00
3	Zona de mecánica	187.70	12	Vestuario femenino	36.36
4	Zona de carrocería	81.45	13	Vestuario masculino	35.57
5	Zona de electricidad	71.70	14	Pasillo de planta baja	19.60
6	Circulaciones del taller	288.00	15	Archivo	5.15
7	Zona servicios rápidos	69.00	16	Aseos hombres	3.46
8	Zona cambio de neumáticos	67.00	17	Aseos mujeres	3.46
9	Almacén de recambios	216.43	18	Hall-Recepción	58.60



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA

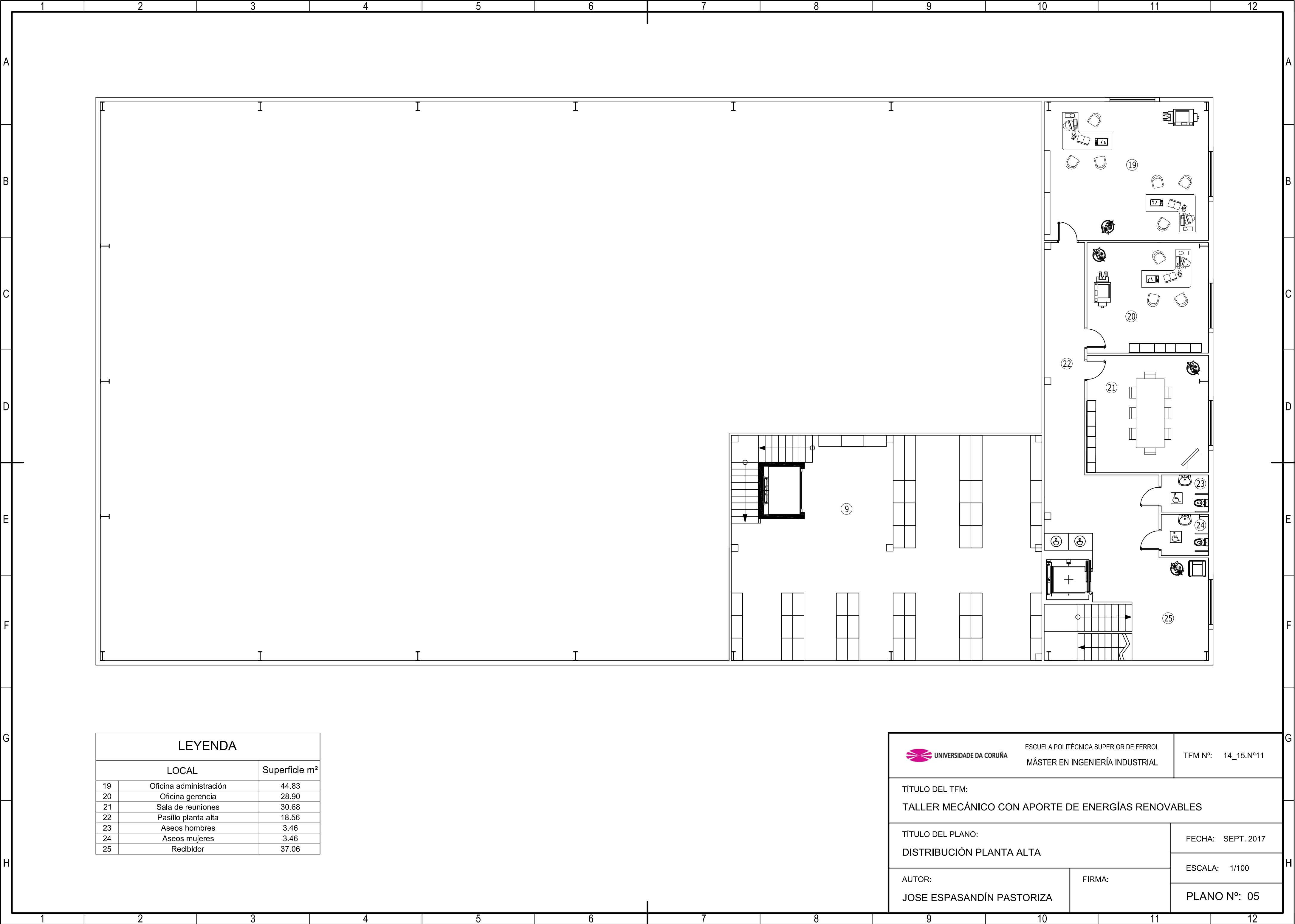
AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FECHA: SEPT. 2017

ESCALA: 1/100

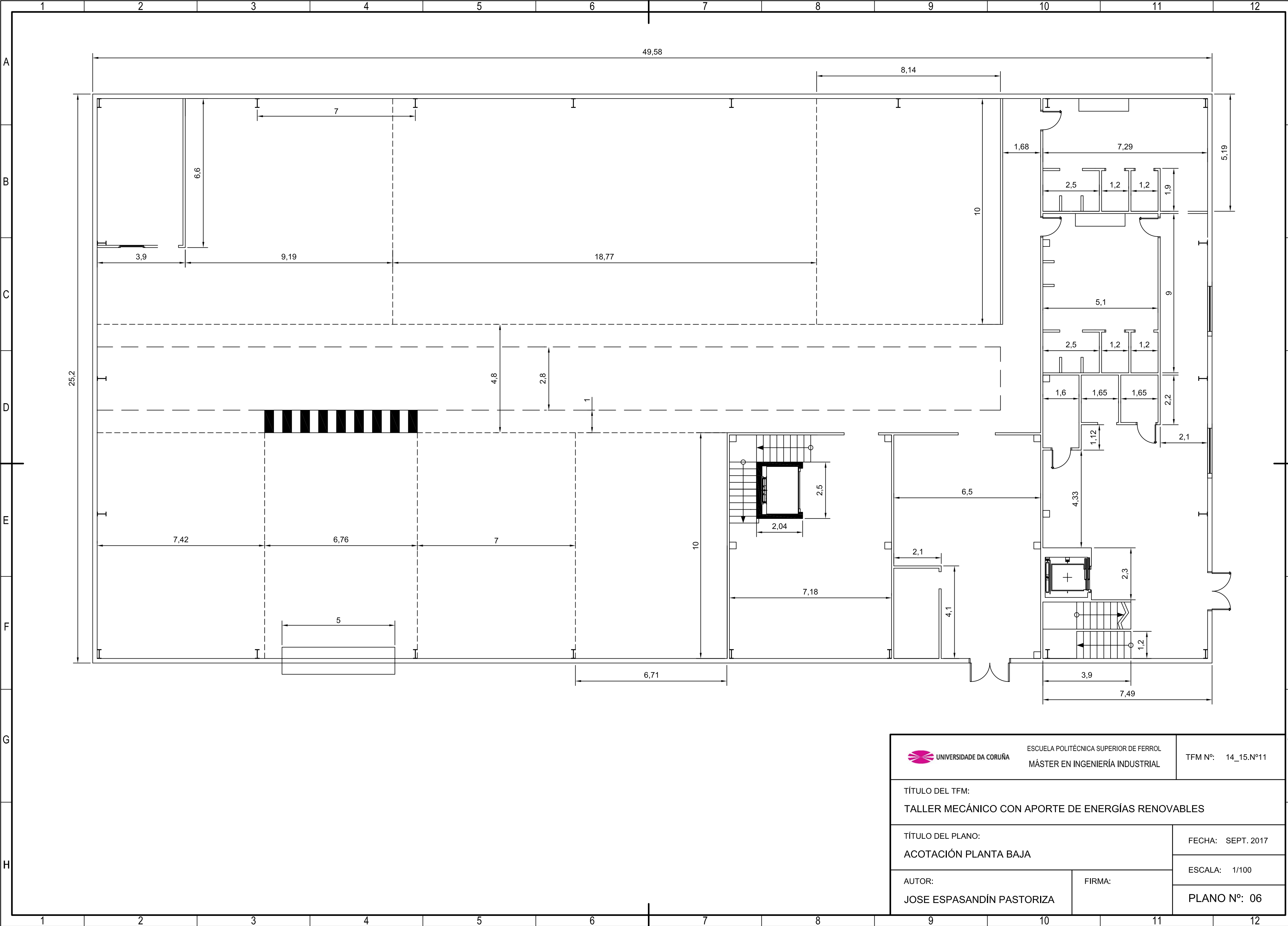
PLANO Nº: 04

TFM Nº: 14_15.Nº11

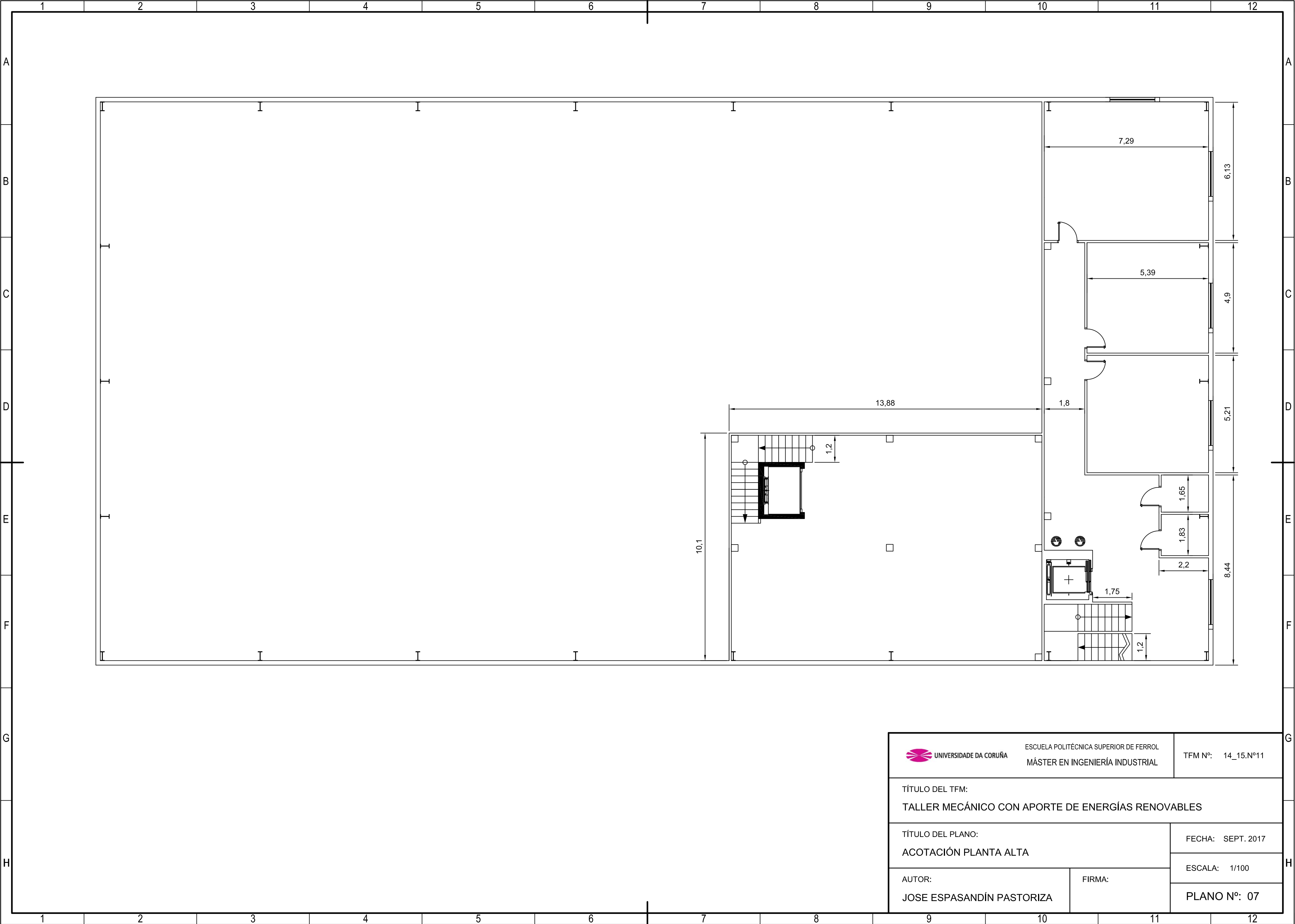


LEYENDA		
LOCAL		Superficie m²
19	Oficina administración	44.83
20	Oficina gerencia	28.90
21	Sala de reuniones	30.68
22	Pasillo planta alta	18.56
23	Aseos hombres	3.46
24	Aseos mujeres	3.46
25	Recibidor	37.06

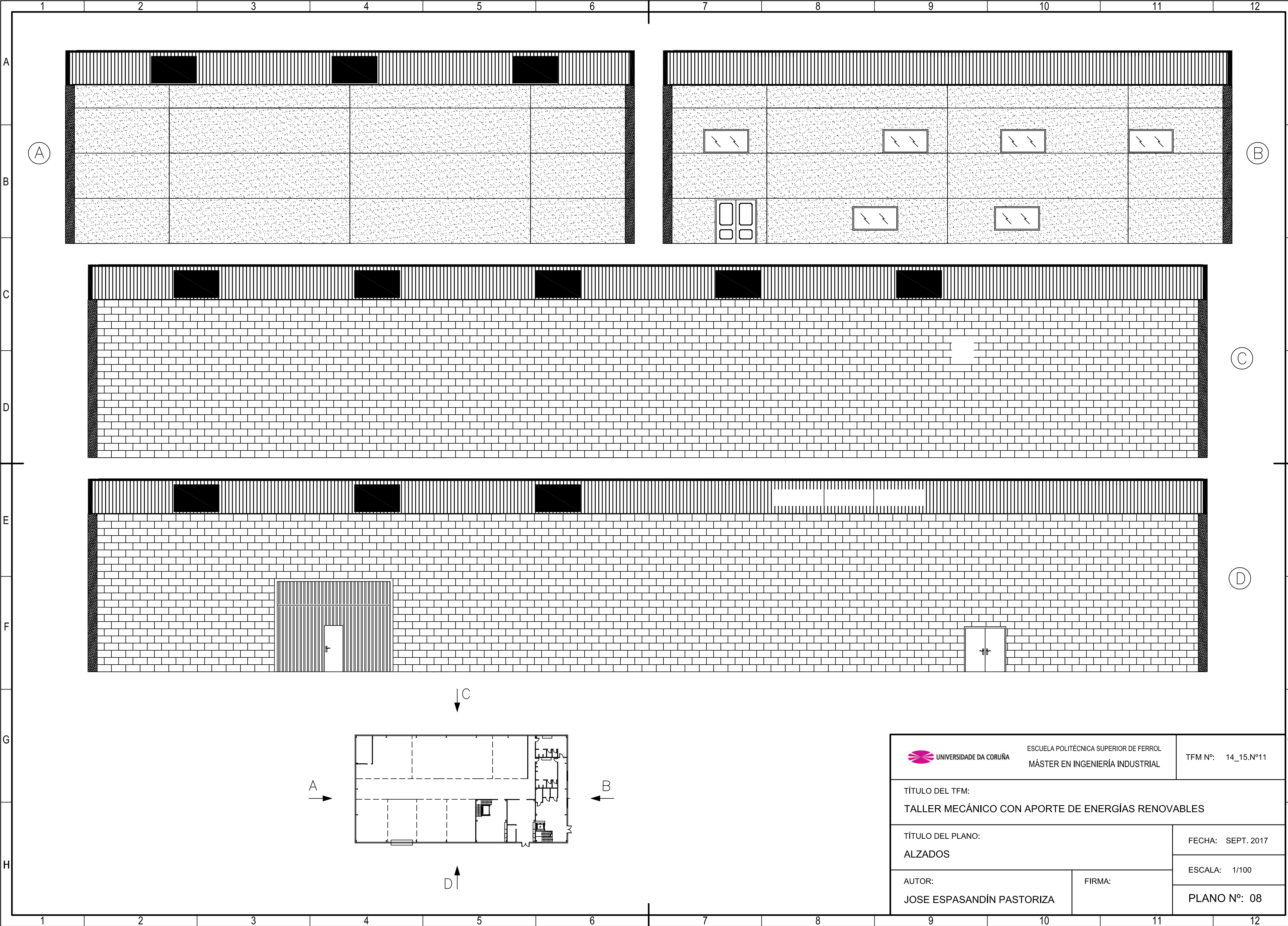
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM N°: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTA ALTA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:	ESCALA: 1/100
			PLANO N°: 05

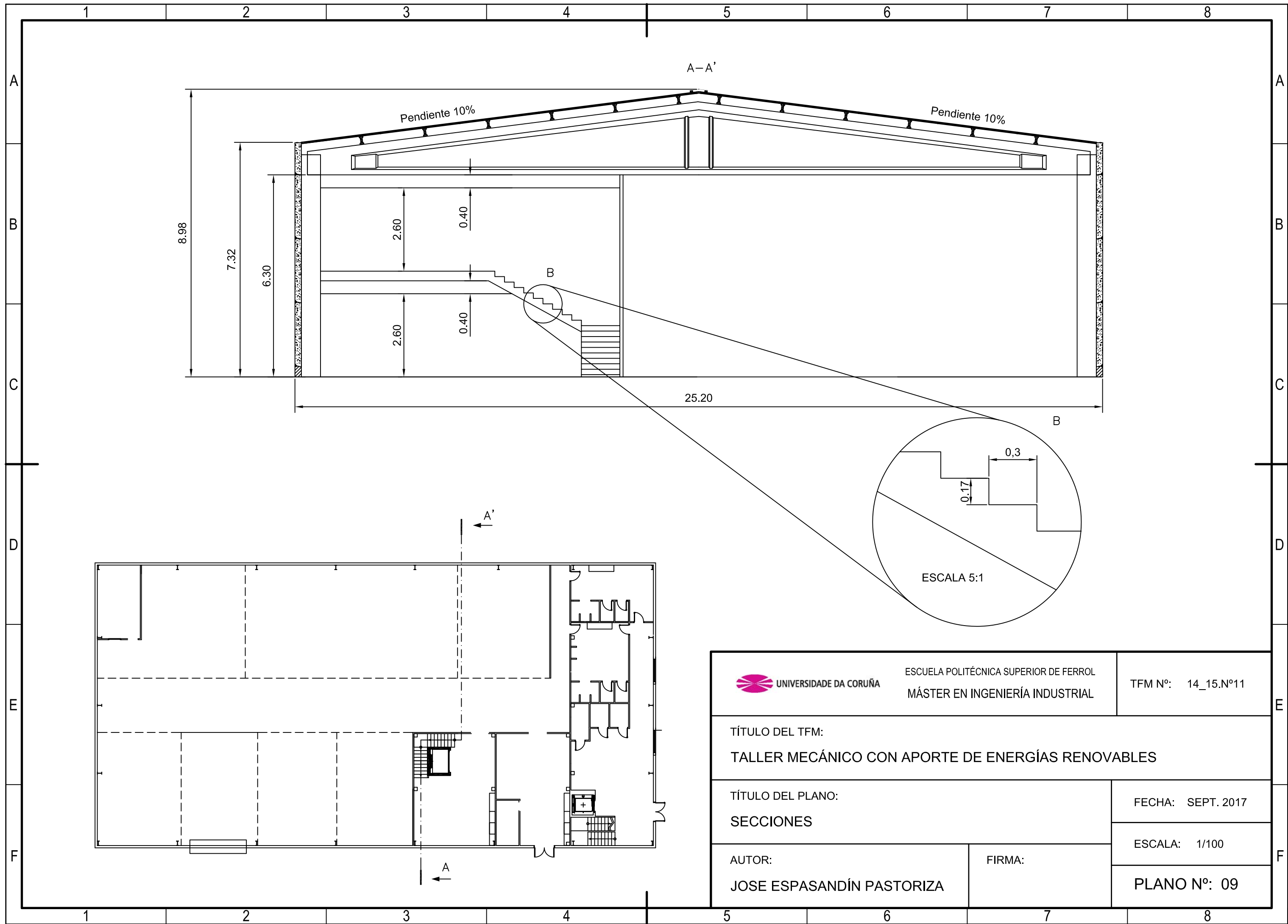


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: ACOTACIÓN PLANTA BAJA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:	ESCALA: 1/100
			PLANO Nº: 06



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: ACOTACIÓN PLANTA ALTA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:	ESCALA: 1/100
			PLANO Nº: 07





ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
SECCIONES

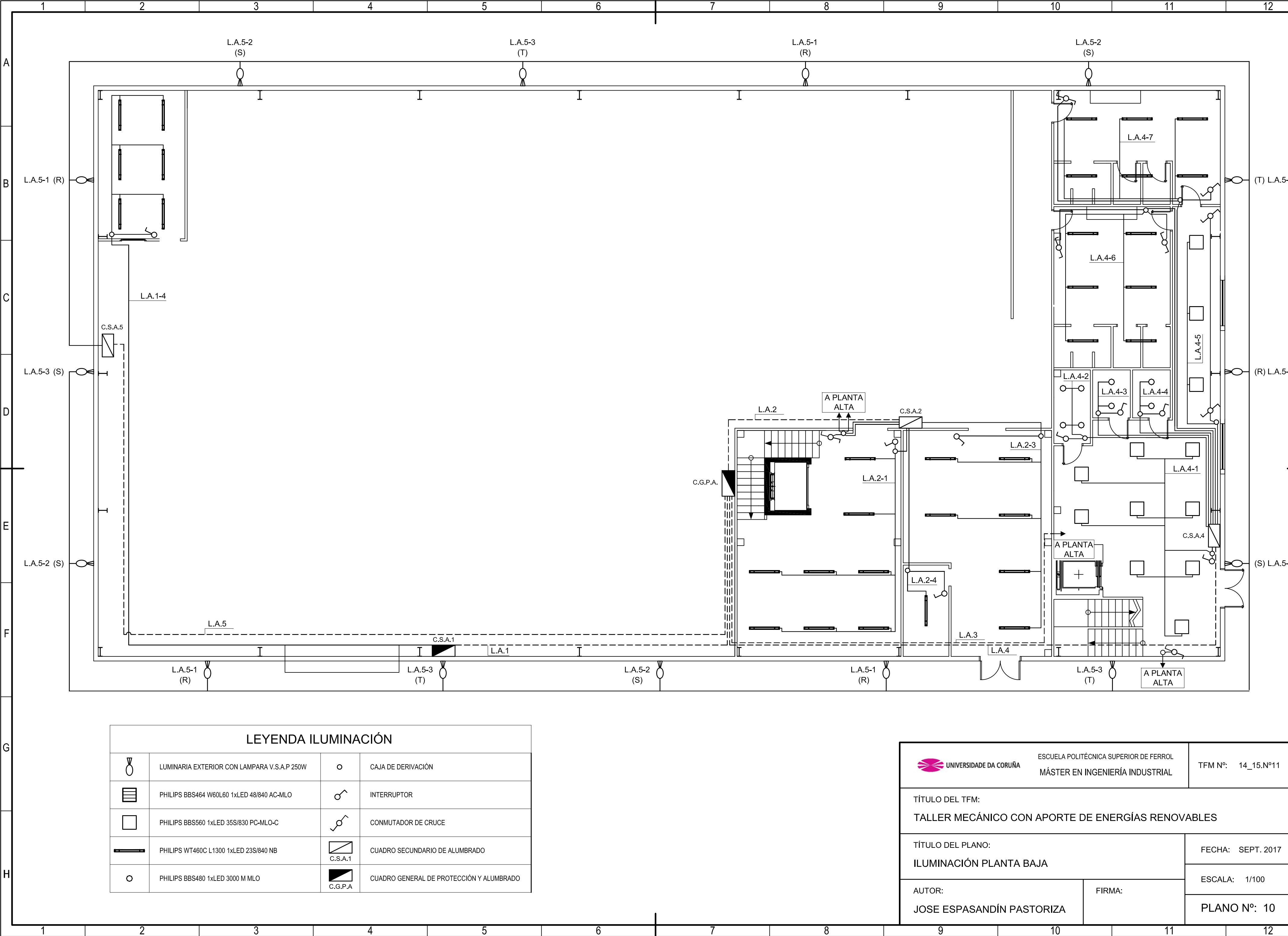
FECHA: SEPT. 2017

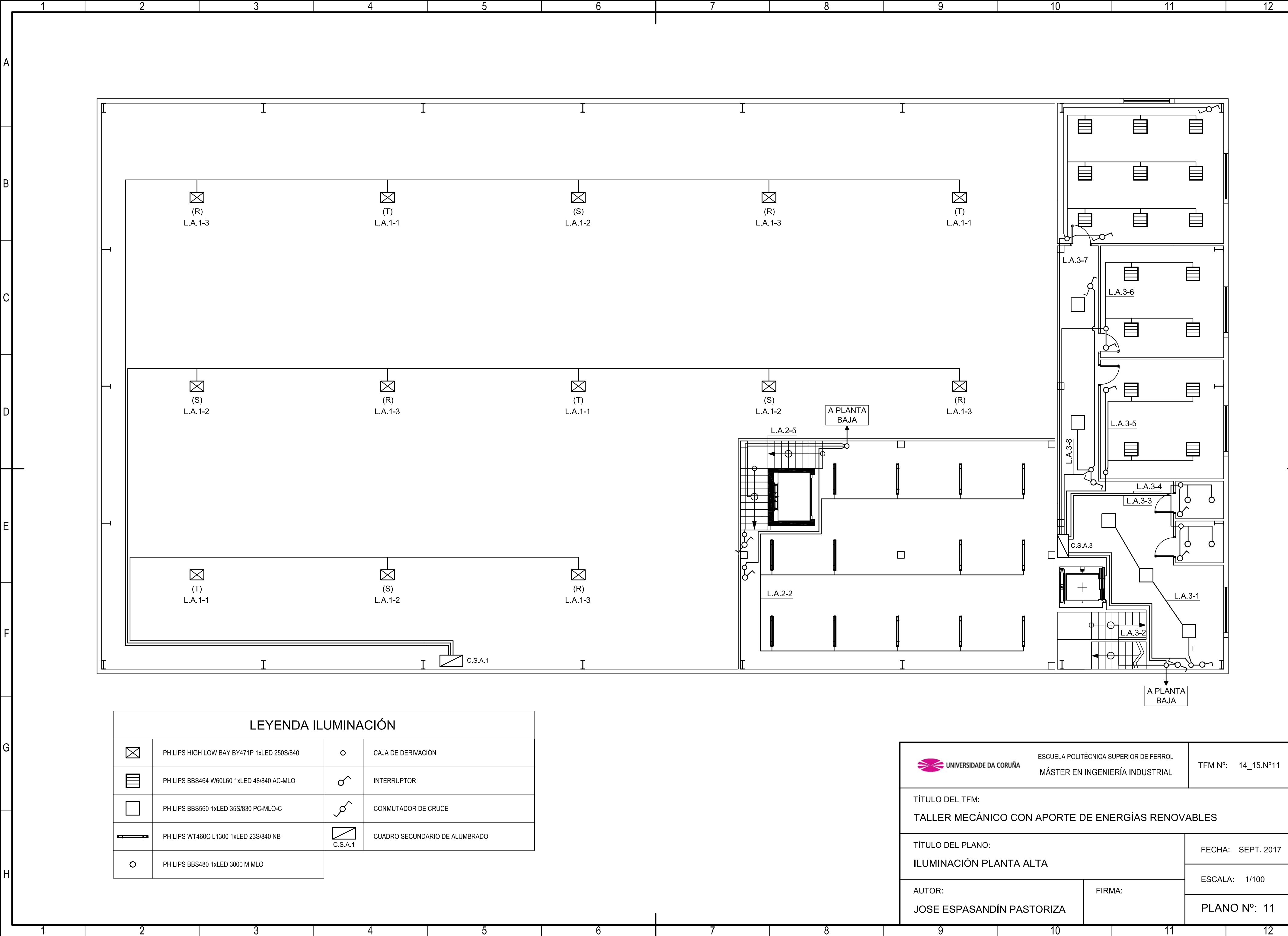
ESCALA: 1/100

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FIRMA:

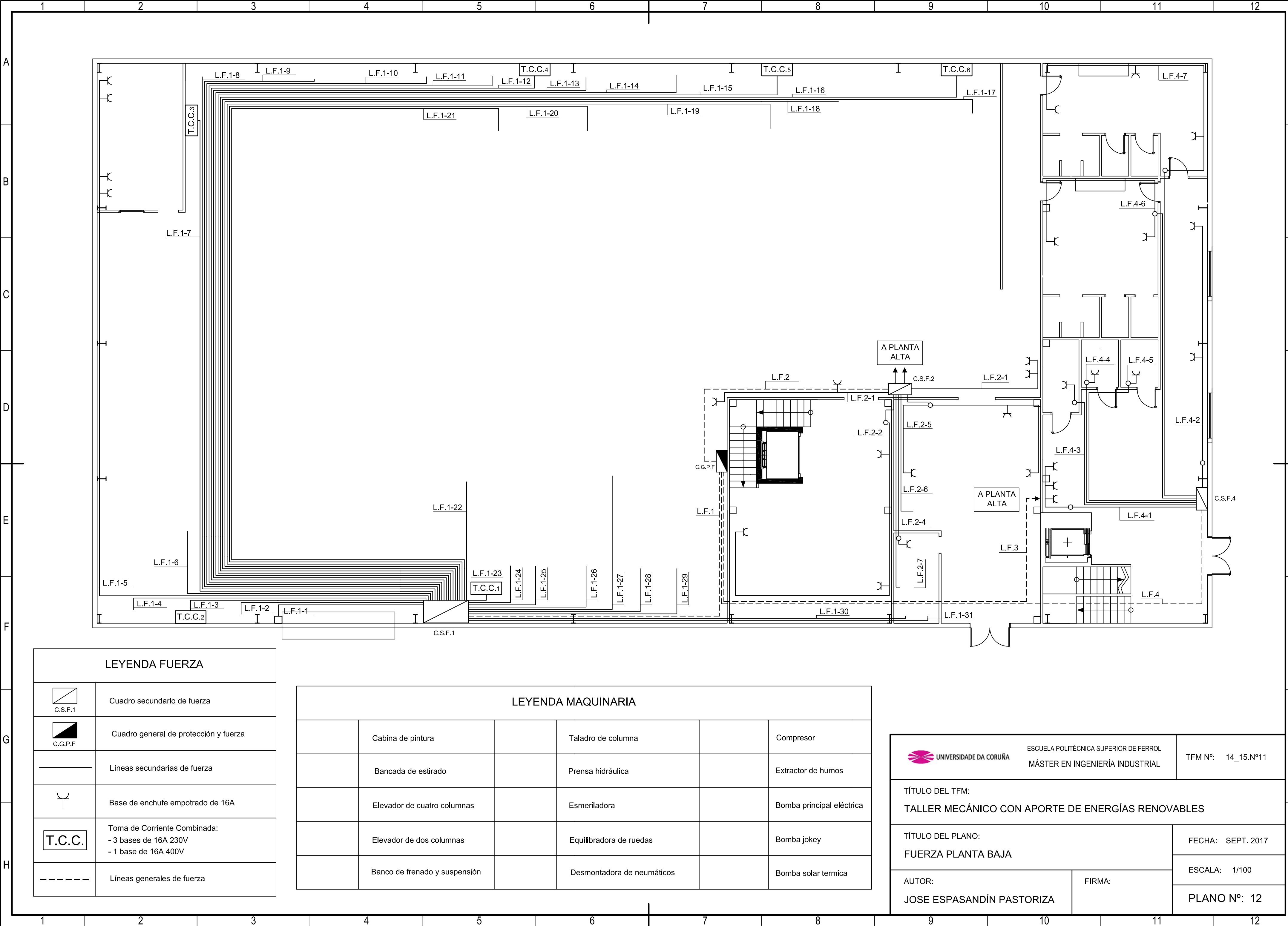
PLANO Nº: 09





LEYENDA ILUMINACIÓN			
	PHILIPS HIGH LOW BAY BY471P 1xLED 250S/840		CAJA DE DERIVACIÓN
	PHILIPS BBS464 W60L60 1xLED 48/840 AC-MLO		INTERRUPTOR
	PHILIPS BBS560 1xLED 35S/830 PC-MLO-C		CONMUTADOR DE CRUCE
	PHILIPS WT460C L1300 1xLED 23S/840 NB		CUADRO SECUNDARIO DE ALUMBRADO
	PHILIPS BBS480 1xLED 3000 M MLO		

		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: ILUMINACIÓN PLANTA ALTA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:	ESCALA: 1/100
			PLANO Nº: 11



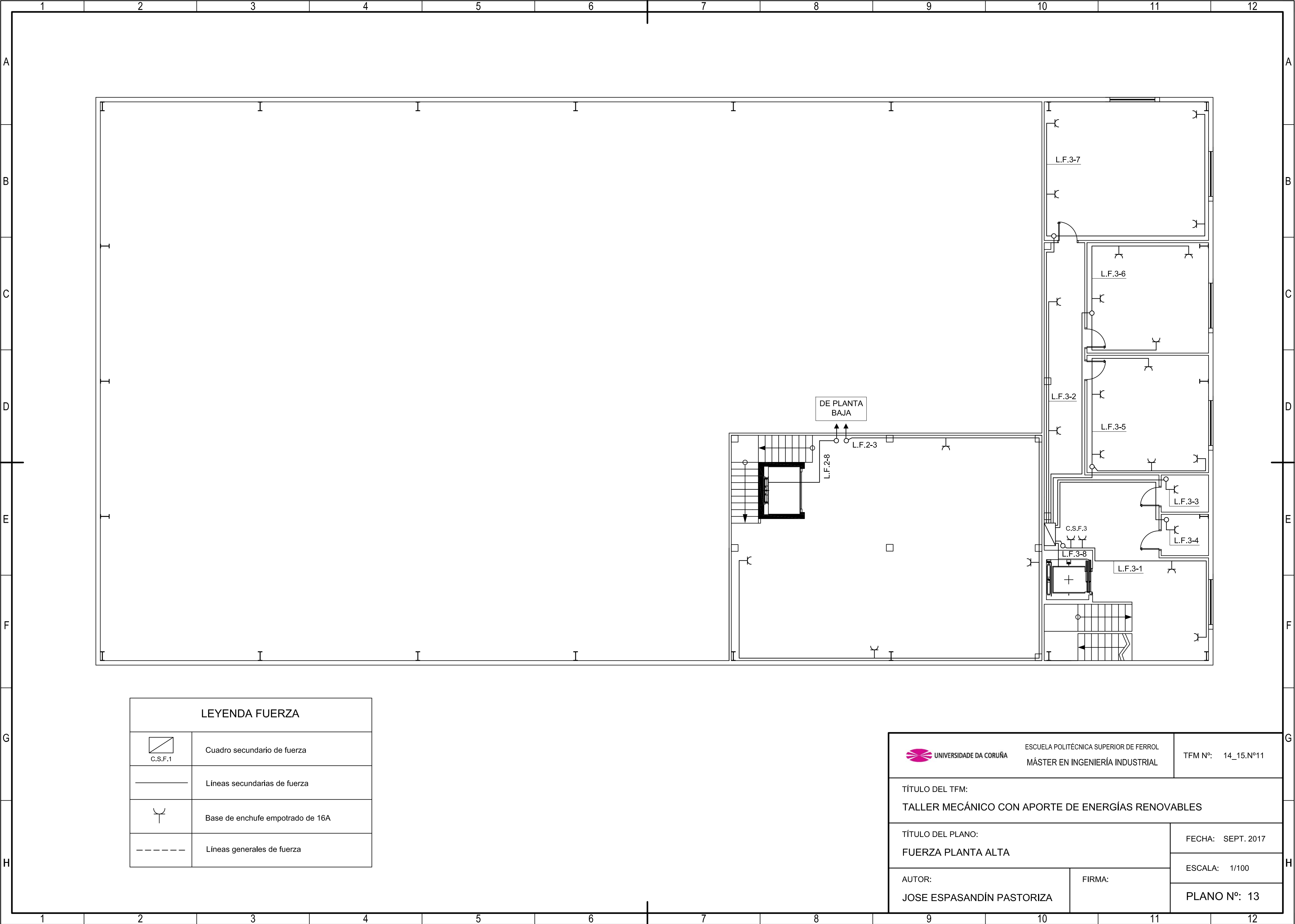
LEYENDA FUERZA

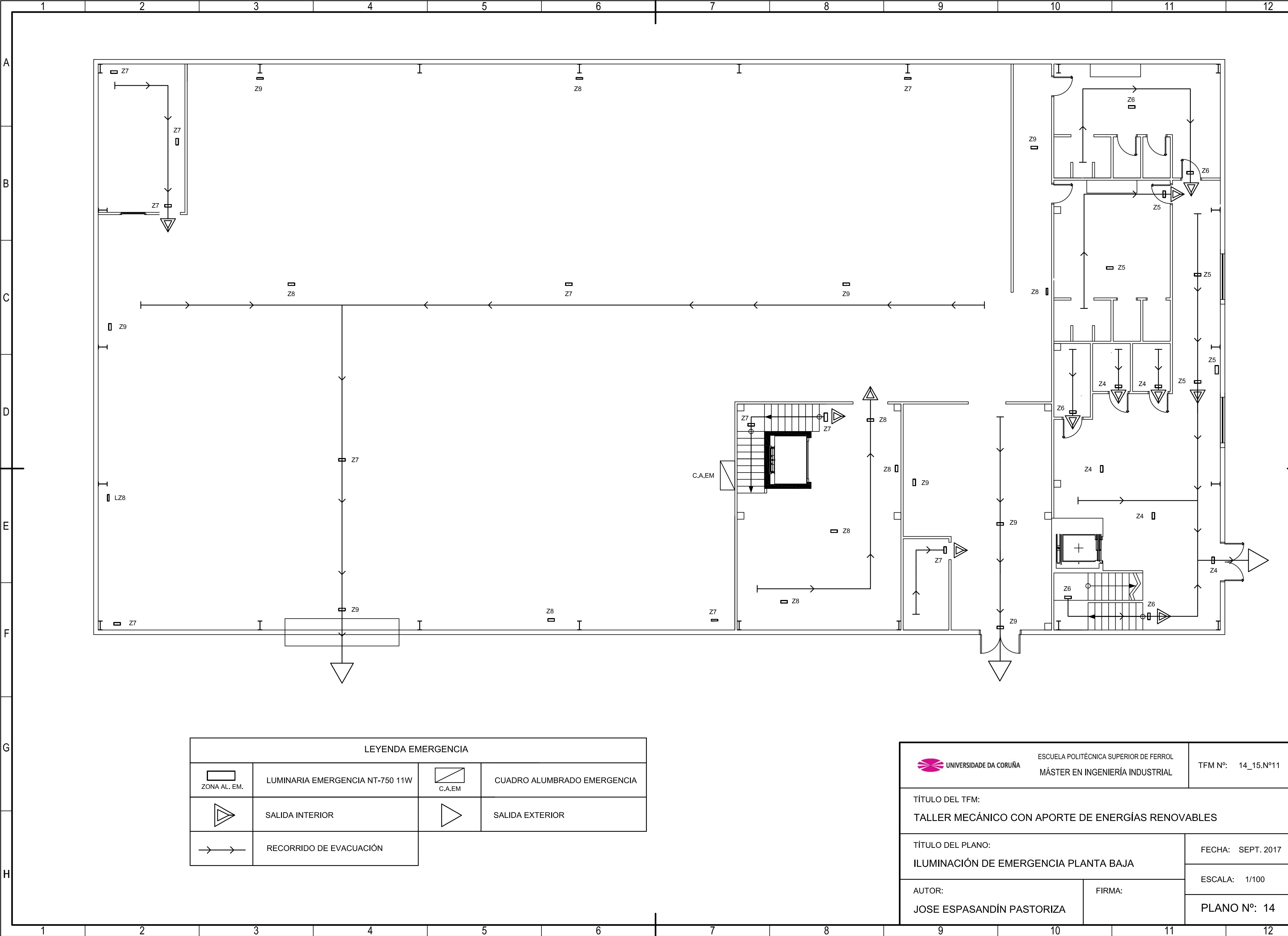
	Cuadro secundario de fuerza
	Cuadro general de protección y fuerza
	Líneas secundarias de fuerza
	Base de enchufe empotrado de 16A
	Toma de Corriente Combinada: - 3 bases de 16A 230V - 1 base de 16A 400V
	Líneas generales de fuerza


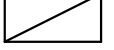


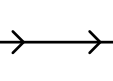


LEYENDA MAQUINARIA

	Cabina de pintura		Taladro de columna		Compresor
	Bancada de estirado		Prensa hidráulica		Extractor de humos
	Elevador de cuatro columnas		Esmeriladora		Bomba principal eléctrica
	Elevador de dos columnas		Equilibradora de ruedas		Bomba jokey
	Banco de frenado y suspensión		Desmontadora de neumáticos		Bomba solar termica

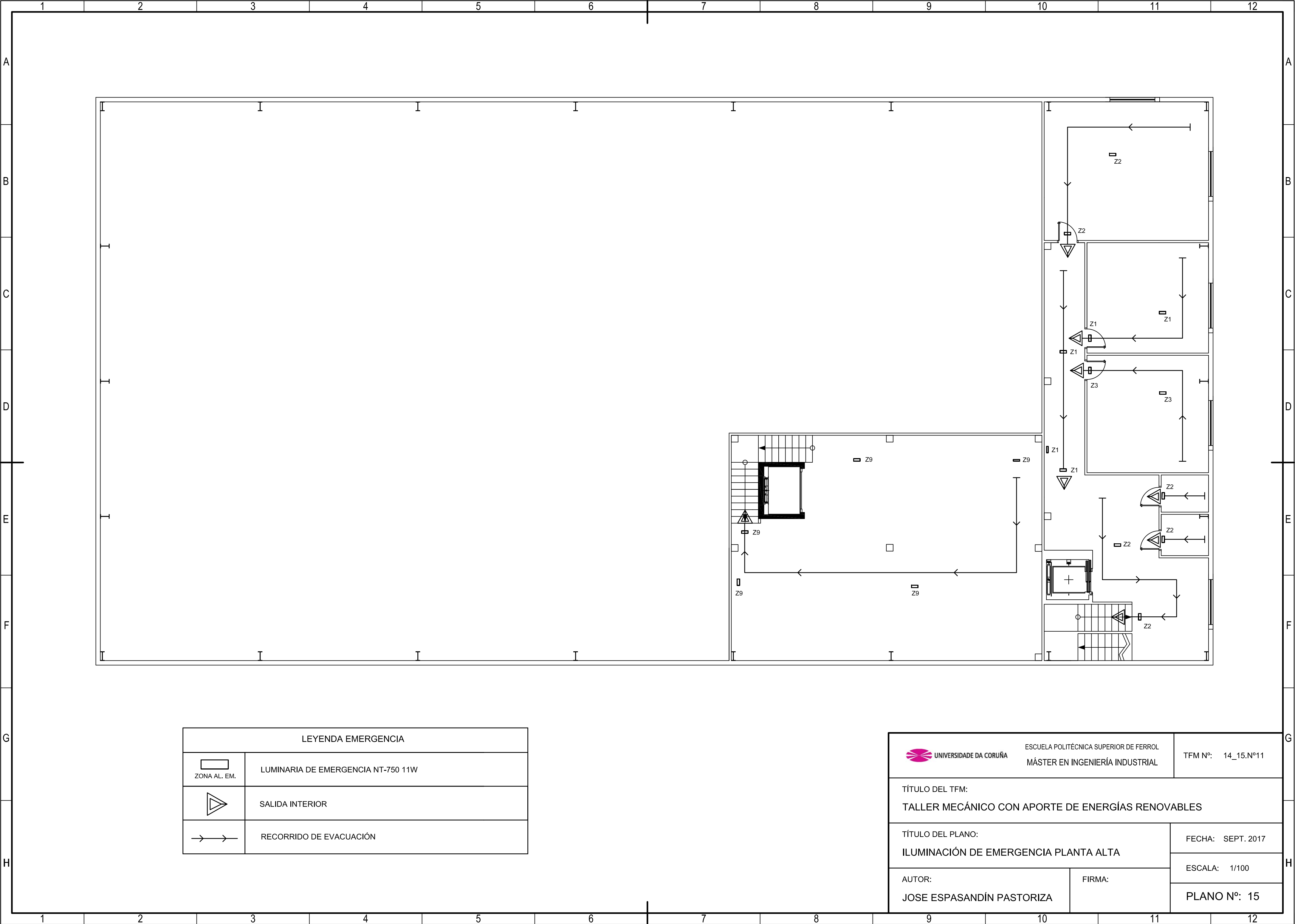
		ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: FUERZA PLANTA BAJA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA			ESCALA: 1/100
FIRMA:			PLANO Nº: 12





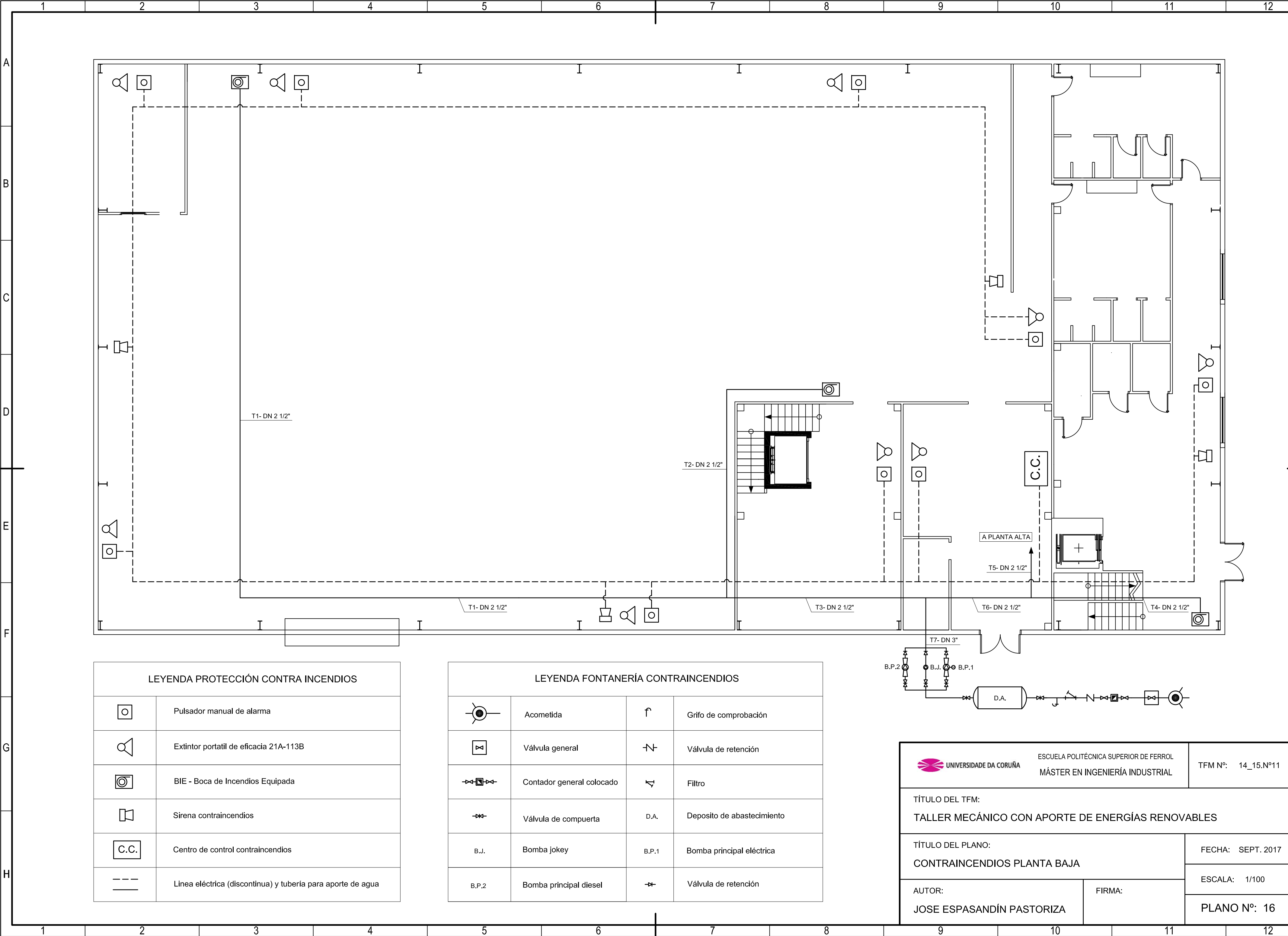
LEYENDA EMERGENCIA			
	ZONA AL. EM.		C.A.EM
	LUMINARIA EMERGENCIA NT-750 11W		CUADRO ALUMBRADO EMERGENCIA
	SALIDA INTERIOR		SALIDA EXTERIOR
	RECORRIDO DE EVACUACIÓN		

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA PLANTA BAJA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA			ESCALA: 1/100
FIRMA:			PLANO Nº: 14



LEYENDA EMERGENCIA	
	LUMINARIA DE EMERGENCIA NT-750 11W
	SALIDA INTERIOR
	RECORRIDO DE EVACUACIÓN

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA PLANTA ALTA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA			ESCALA: 1/100
FIRMA:			PLANO Nº: 15



LEYENDA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	
	Pulsador manual de alarma
	Extintor portátil de eficacia 21A-113B
	BIE - Boca de Incendios Equipada
	Sirena contraincendios
	Centro de control contraincendios
	Línea eléctrica (discontinua) y tubería para aporte de agua

LEYENDA FONTANERÍA CONTRA INCENDIOS			
	Acometida		Grifo de comprobación
	Válvula general		Válvula de retención
	Contador general colocado		Filtro
	Válvula de compuerta	D.A.	Deposito de abastecimiento
B.J.	Bomba jokey	B.P.1	Bomba principal eléctrica
B.P.2	Bomba principal diesel		Válvula de retención



ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
CONTRAINCENDIOS PLANTA BAJA

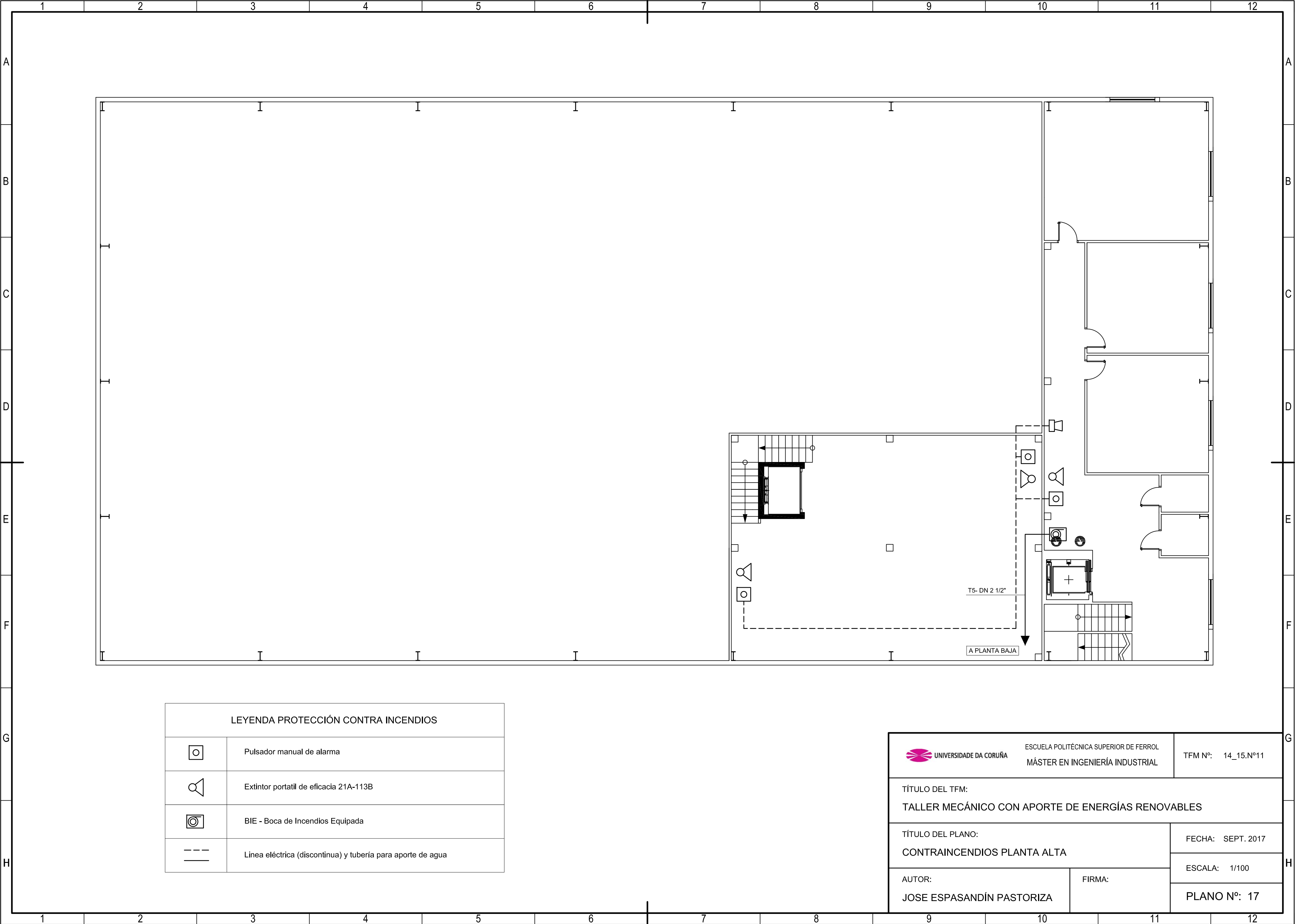
FECHA: SEPT. 2017





ESCALA: 1/100

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

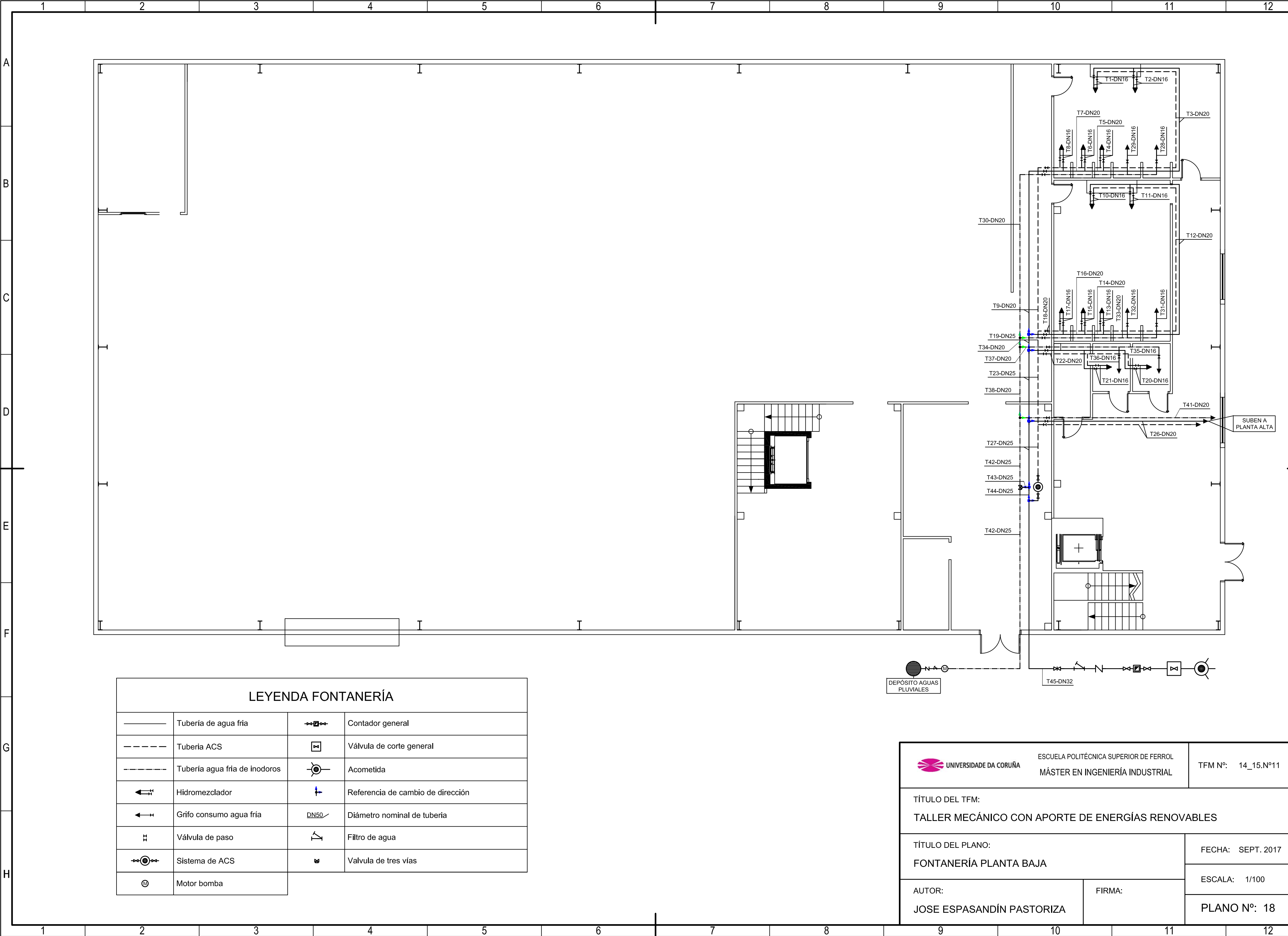
FIRMA:

PLANO Nº: 16



LEYENDA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	
	Pulsador manual de alarma
	Extintor portátil de eficacia 21A-113B
	BIE - Boca de Incendios Equipada
	Línea eléctrica (discontinua) y tubería para aporte de agua

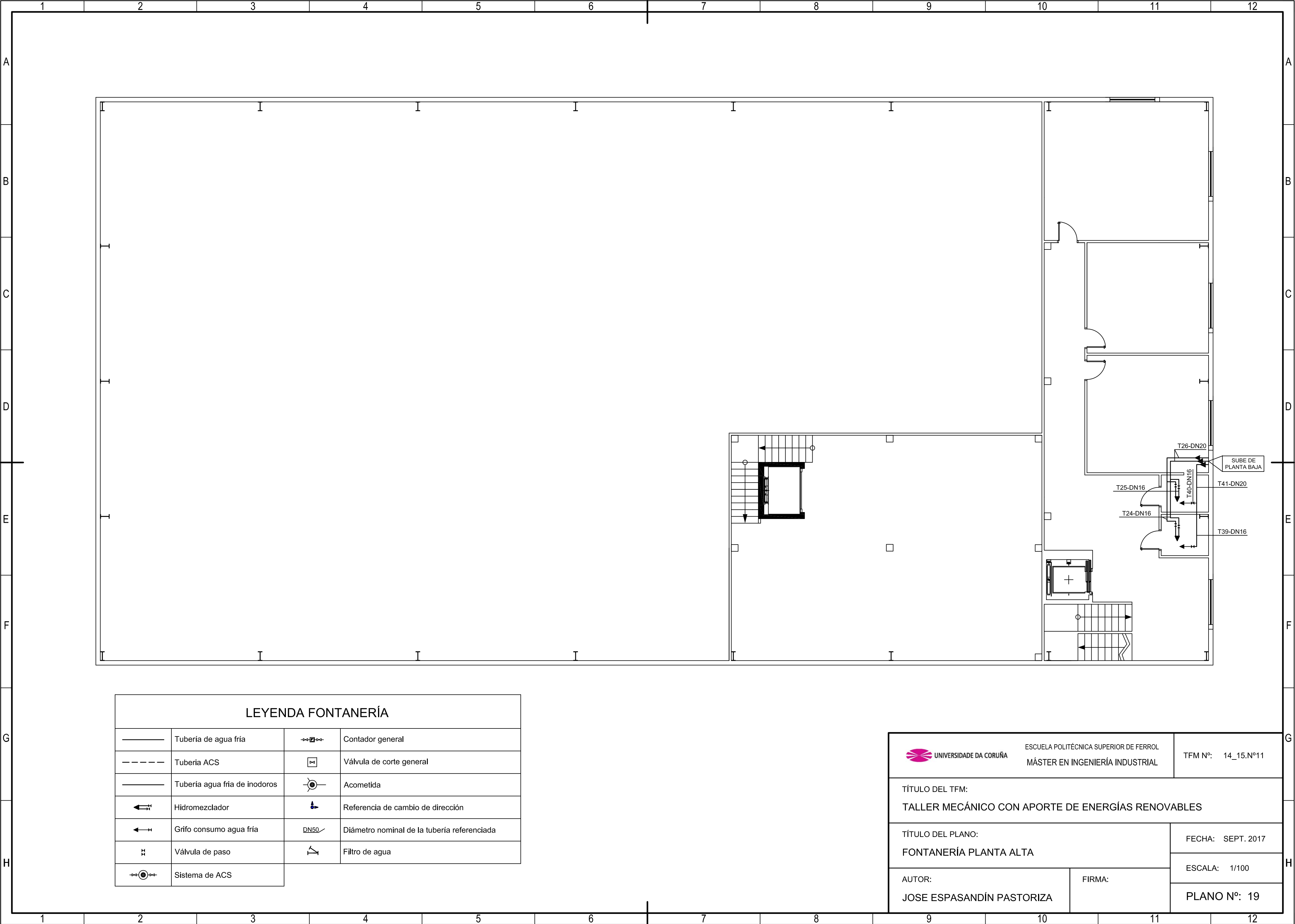
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: CONTRAINCENDIOS PLANTA ALTA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:	ESCALA: 1/100
			PLANO Nº: 17



LEYENDA FONTANERÍA

	Tubería de agua fría		Contador general
	Tubería ACS		Válvula de corte general
	Tubería agua fría de inodoros		Acometida
	Hidromezclador		Referencia de cambio de dirección
	Grifo consumo agua fría		Diámetro nominal de tubería
	Válvula de paso		Filtro de agua
	Sistema de ACS		Valvula de tres vías
	Motor bomba		

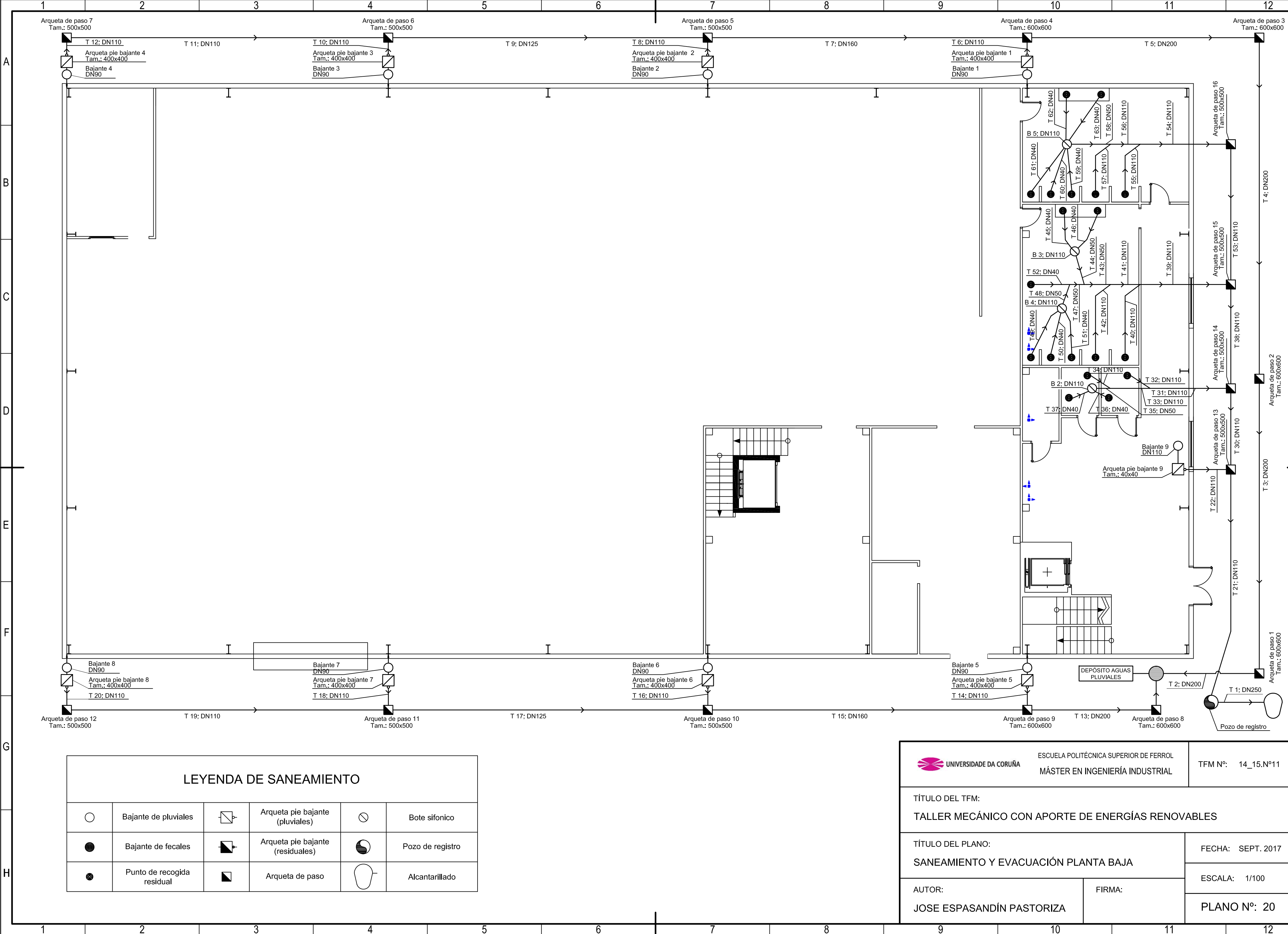
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM N°: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: FONTANERÍA PLANTA BAJA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA			ESCALA: 1/100
FIRMA:			PLANO N°: 18



LEYENDA FONTANERÍA

	Tubería de agua fría		Contador general
	Tubería ACS		Válvula de corte general
	Tubería agua fría de inodoros		Acometida
	Hidromezclador		Referencia de cambio de dirección
	Grifo consumo agua fría		Diámetro nominal de la tubería referenciada
	Válvula de paso		Filtro de agua
	Sistema de ACS		

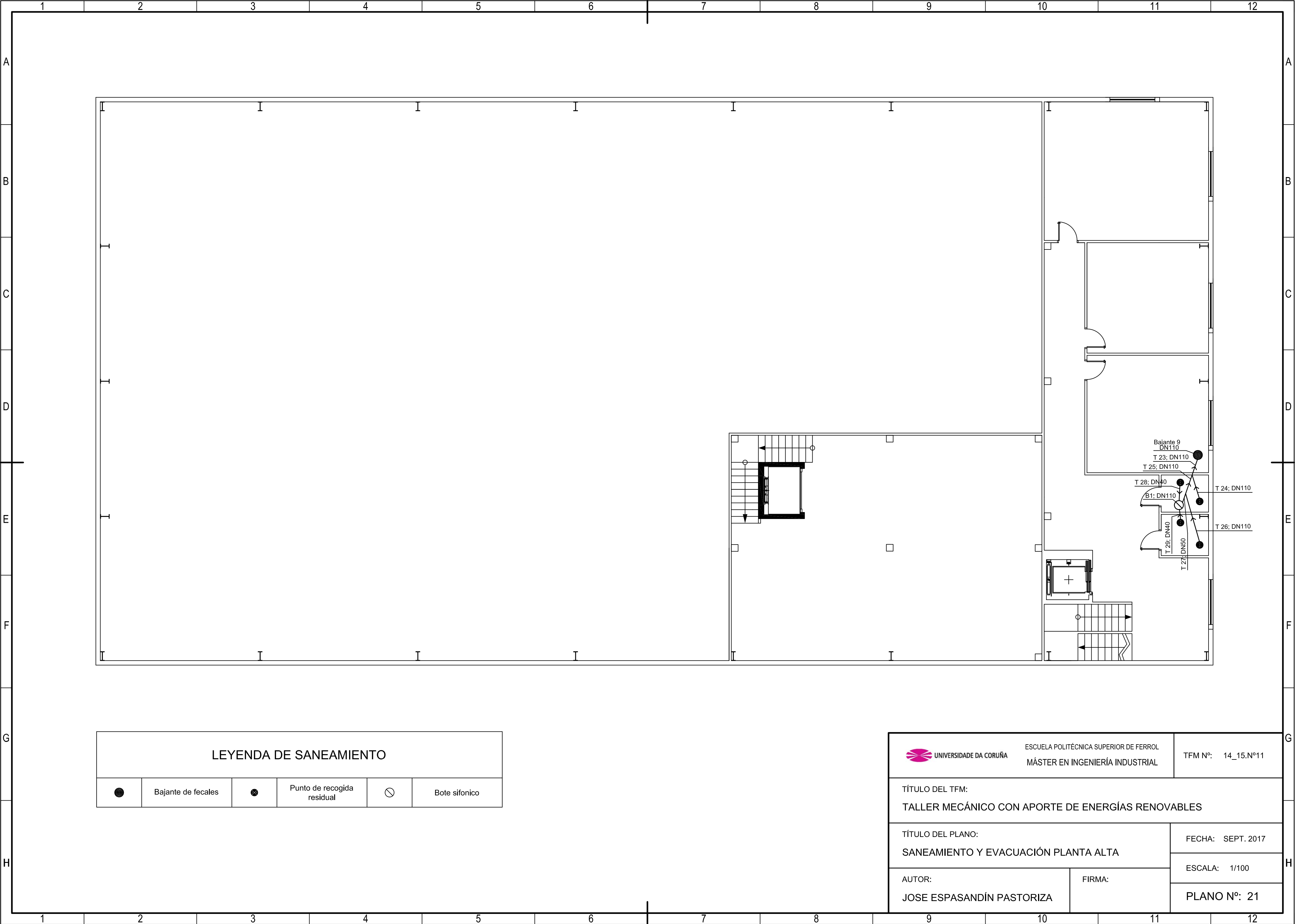
UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: FONTANERÍA PLANTA ALTA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA			ESCALA: 1/100
FIRMA:			PLANO Nº: 19

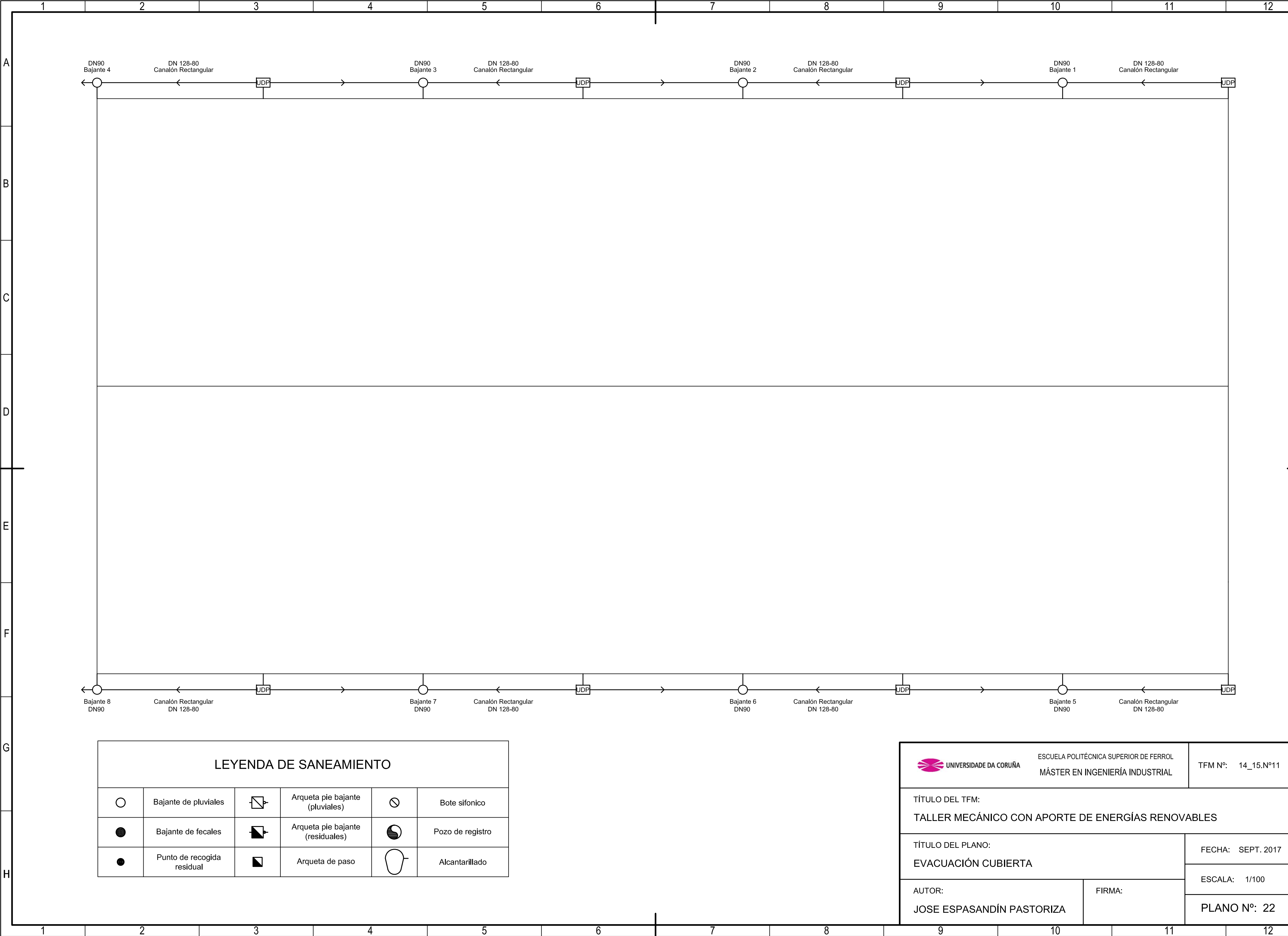


LEYENDA DE SANEAMIENTO

	Bajante de pluviales		Arqueta pie bajante (pluviales)		Bote sifónico
	Bajante de fecales		Arqueta pie bajante (residuales)		Pozo de registro
	Punto de recogida residual		Arqueta de paso		Alcantarillado

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN PLANTA BAJA			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA			ESCALA: 1/100
FIRMA:			PLANO Nº: 20





LEYENDA DE SANEAMIENTO

	Bajante de pluviales		Arqueta pie bajante (pluviales)		Bote sifonico
	Bajante de fecales		Arqueta pie bajante (residuales)		Pozo de registro
	Punto de recogida residual		Arqueta de paso		Alcantarillado



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
EVACUACIÓN CUBIERTA

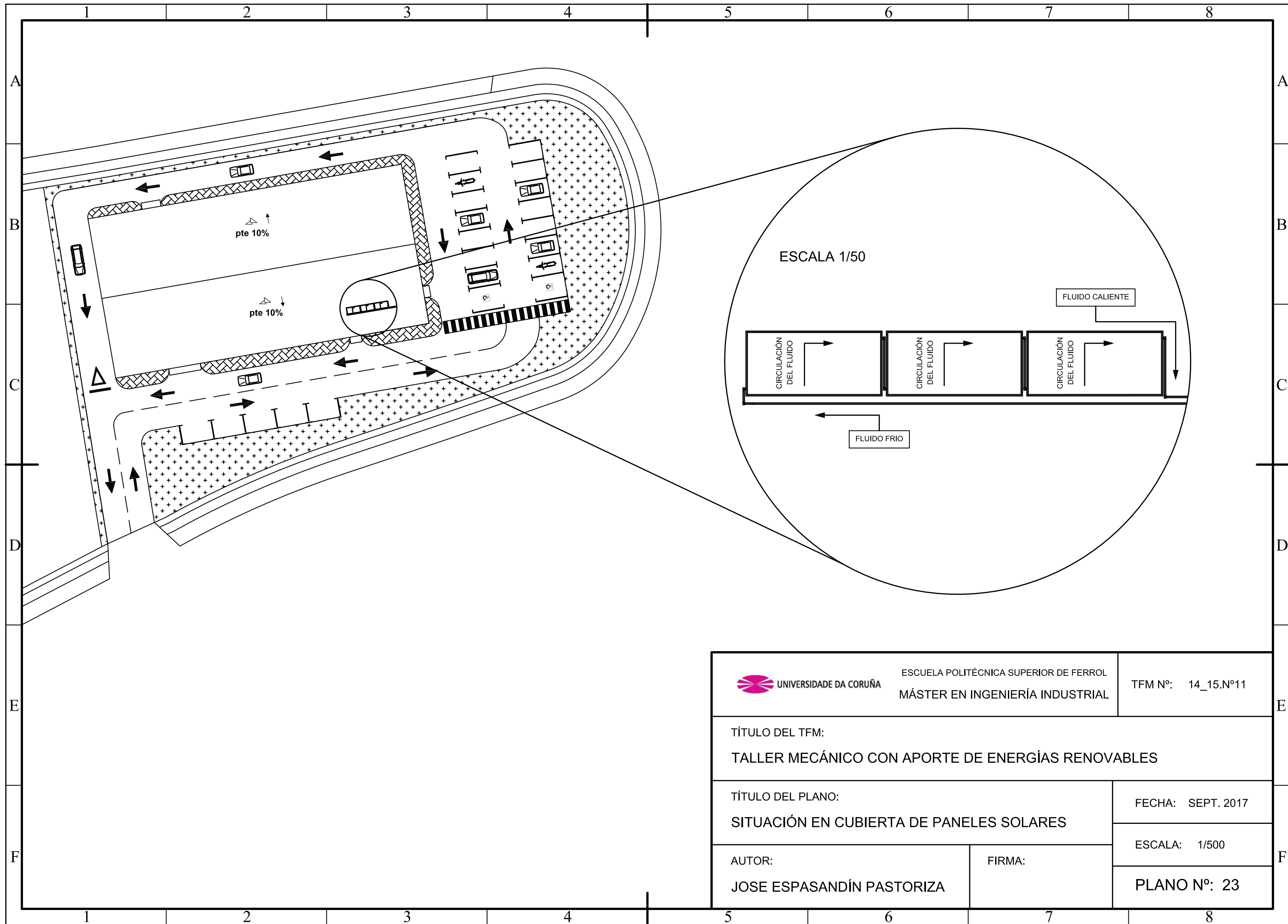
FECHA: SEPT. 2017

ESCALA: 1/100

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FIRMA:

PLANO Nº: 22



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM N°: 14_15.N°11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
SITUACIÓN EN CUBIERTA DE PANELES SOLARES

FECHA: SEPT. 2017

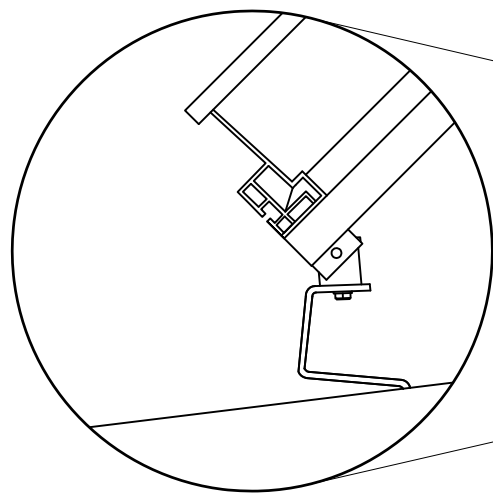
ESCALA: 1/500

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

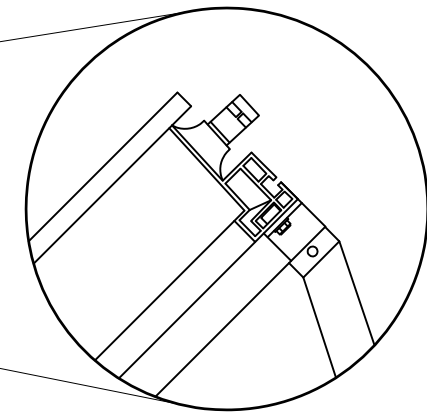
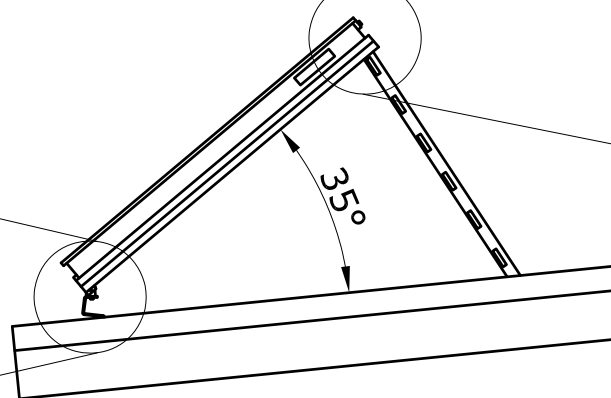
FIRMA:

PLANO N°: 23

ANCLAJE DE PANEL A CUBIERTA



ESCALA 5:1



ESCALA 5:1

DIMENSIONES PANEL (ALTURA x ANCHURA x GROSOR)	1090 x 2200 x 90 mm
ÁREA TOTAL	2,4 m ²
ÁREA DE APERTURA	2,18 m ²
DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO	15 mm
DIAMETRO EXTERIOR DEL TUBO	18 mm
CAUDAL	45 l/hm ²



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
MONTAJE EN CUBIERTA DE PANELES SOLARES

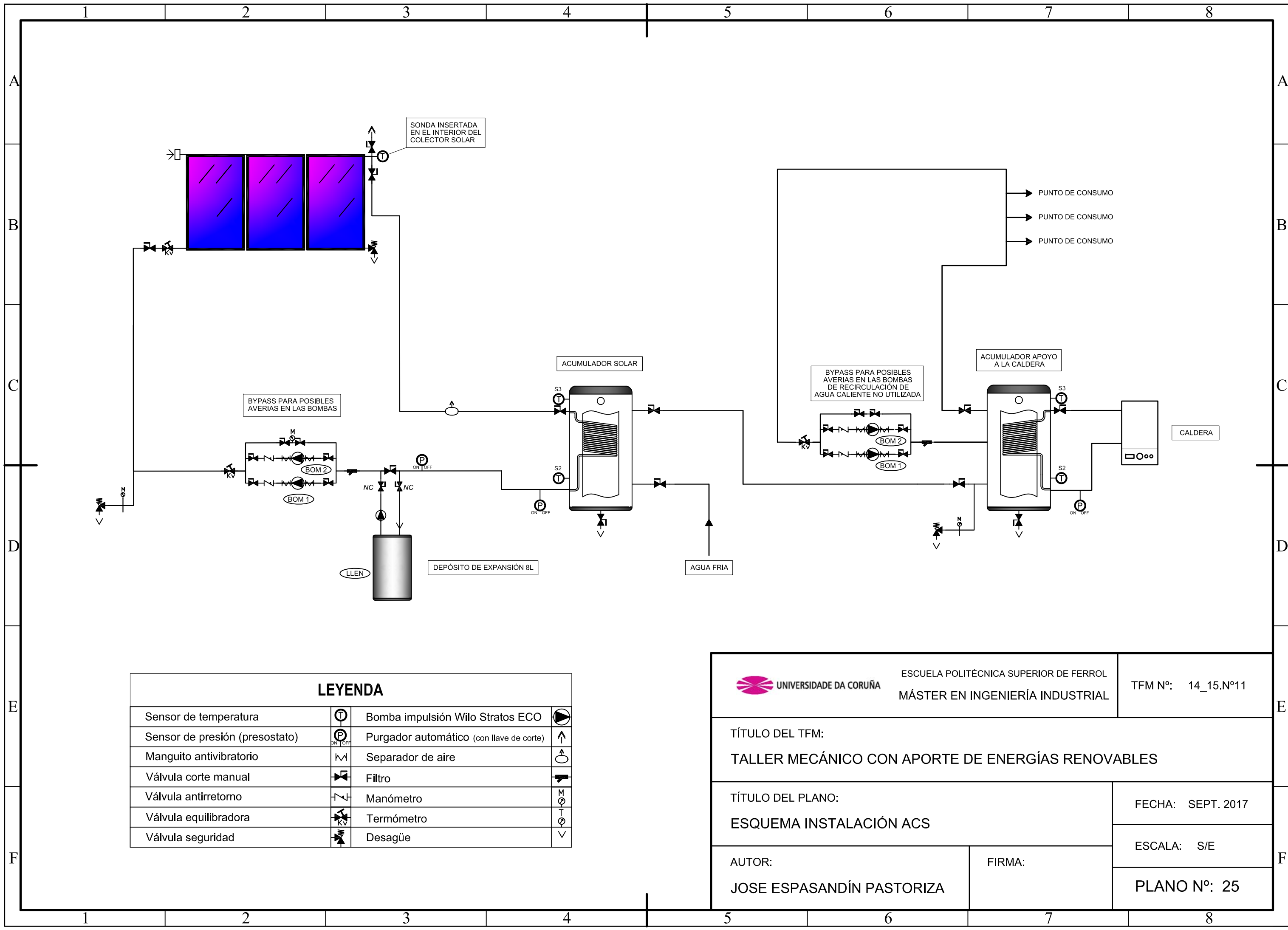
FECHA: SEPT. 2017

ESCALA: 1/20

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FIRMA:

PLANO Nº: 24



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
ESQUEMA INSTALACIÓN ACS

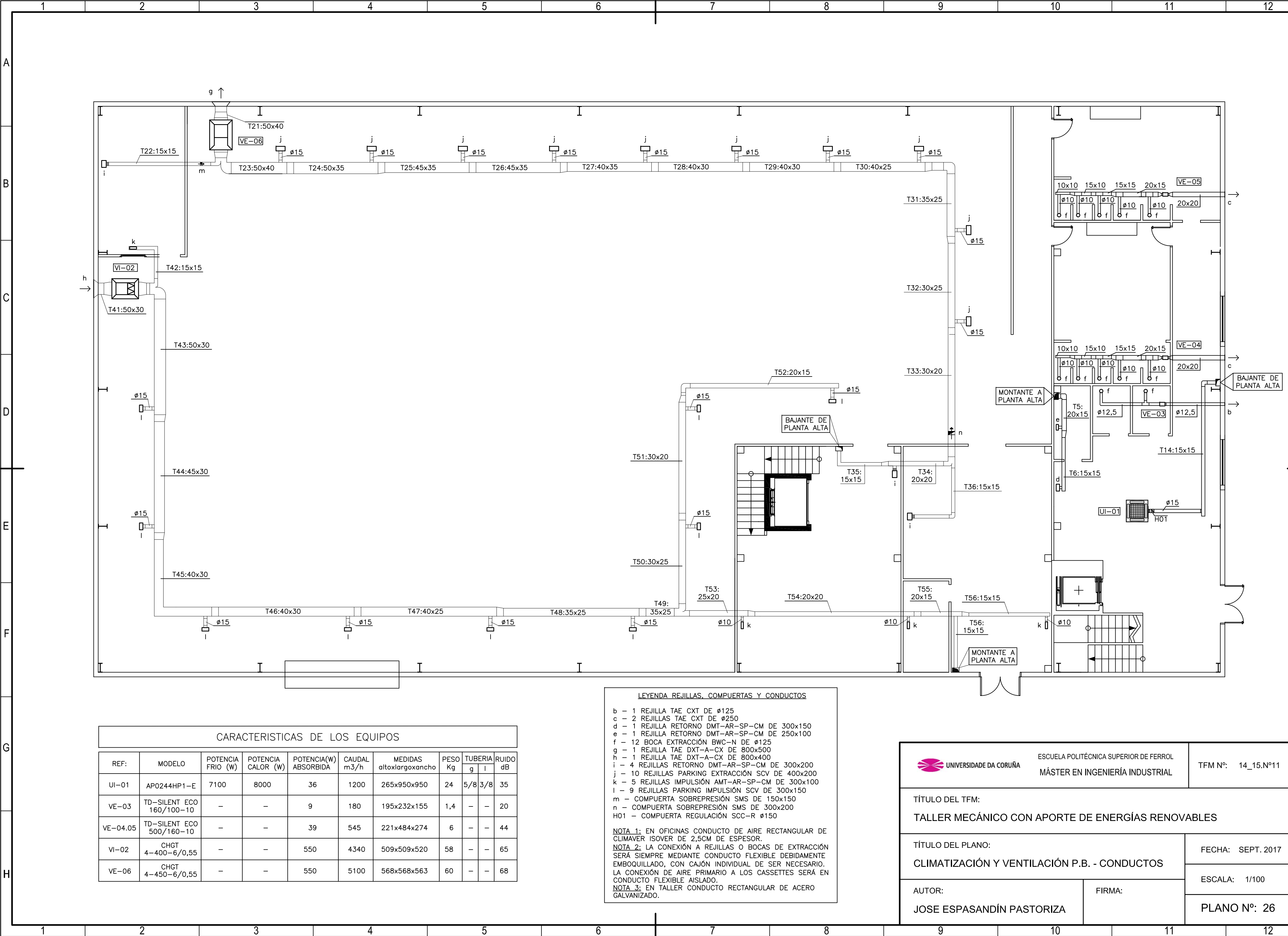
FECHA: SEPT. 2017

ESCALA: S/E

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FIRMA:

PLANO Nº: 25



CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS										
REF:	MODELO	POTENCIA FRIO (W)	POTENCIA CALOR (W)	POTENCIA(W) ABSORBIDA	CAUDAL m3/h	MEDIDAS altoxlargoxancho	PESO Kg	TUBERIA		RUIDO dB
								g	l	
UI-01	AP0244HP1-E	7100	8000	36	1200	265x950x950	24	5/8	3/8	35
VE-03	TD-SILENT ECO 160/100-10	-	-	9	180	195x232x155	1,4	-	-	20
VE-04.05	TD-SILENT ECO 500/160-10	-	-	39	545	221x484x274	6	-	-	44
VI-02	CHGT 4-400-6/0,55	-	-	550	4340	509x509x520	58	-	-	65
VE-06	CHGT 4-450-6/0,55	-	-	550	5100	568x568x563	60	-	-	68

LEYENDA REJILLAS, COMPUERTAS Y CONDUCTOS

b - 1 REJILLA TAE CXT DE Ø125
c - 2 REJILLAS TAE CXT DE Ø250
d - 1 REJILLA RETORNO DMT-AR-SP-CM DE 300x150
e - 1 REJILLA RETORNO DMT-AR-SP-CM DE 250x100
f - 12 BOCA EXTRACCIÓN BWC-N DE Ø125
g - 1 REJILLA TAE DXT-A-CX DE 800x500
h - 1 REJILLA TAE DXT-A-CX DE 800x400
i - 4 REJILLAS RETORNO DMT-AR-SP-CM DE 300x200
j - 10 REJILLAS PARKING EXTRACCIÓN SCV DE 400x200
k - 5 REJILLAS IMPULSIÓN AMT-AR-SP-CM DE 300x100
l - 9 REJILLAS PARKING IMPULSIÓN SCV DE 300x150
m - COMPUERTA SOBREPRESIÓN SMS DE 150x150
n - COMPUERTA SOBREPRESIÓN SMS DE 300x200
H01 - COMPUERTA REGULACIÓN SCC-R Ø150

NOTA 1: EN OFICINAS CONDUCTO DE AIRE RECTANGULAR DE CLIMAVER ISOVER DE 2,5CM DE ESPESOR.
NOTA 2: LA CONEXIÓN A REJILLAS O BOCAS DE EXTRACCIÓN SERÁ SIEMPRE MEDIANTE CONDUCTO FLEXIBLE DEBIDAMENTE EMBOQUILLADO, CON CAJÓN INDIVIDUAL DE SER NECESARIO. LA CONEXIÓN DE AIRE PRIMARIO A LOS CASSETTES SERÁ EN CONDUCTO FLEXIBLE AISLADO.
NOTA 3: EN TALLER CONDUCTO RECTANGULAR DE ACERO GALVANIZADO.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN P.B. - CONDUCTOS

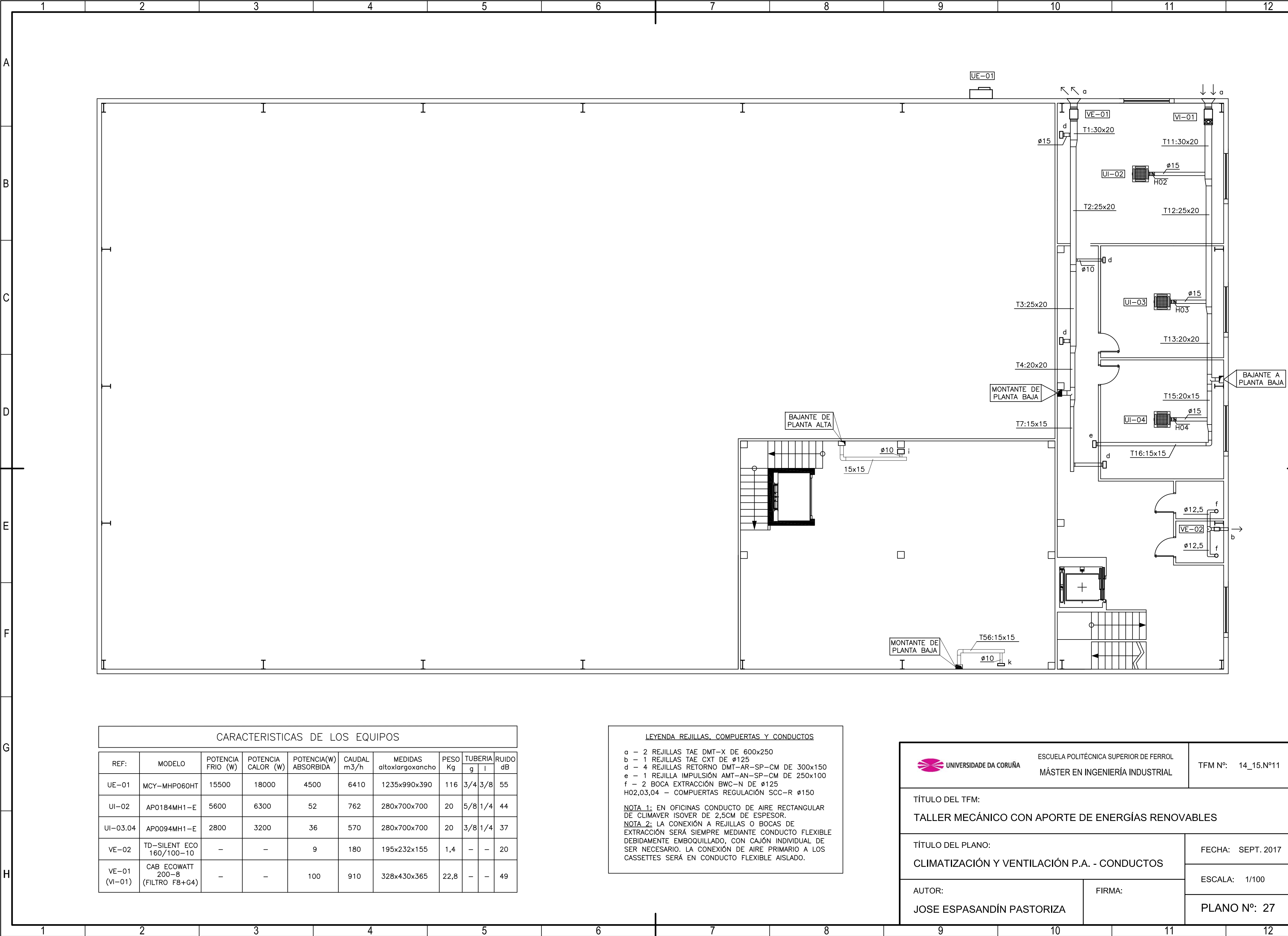
FECHA: SEPT. 2017

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FIRMA:

ESCALA: 1/100

PLANO Nº: 26




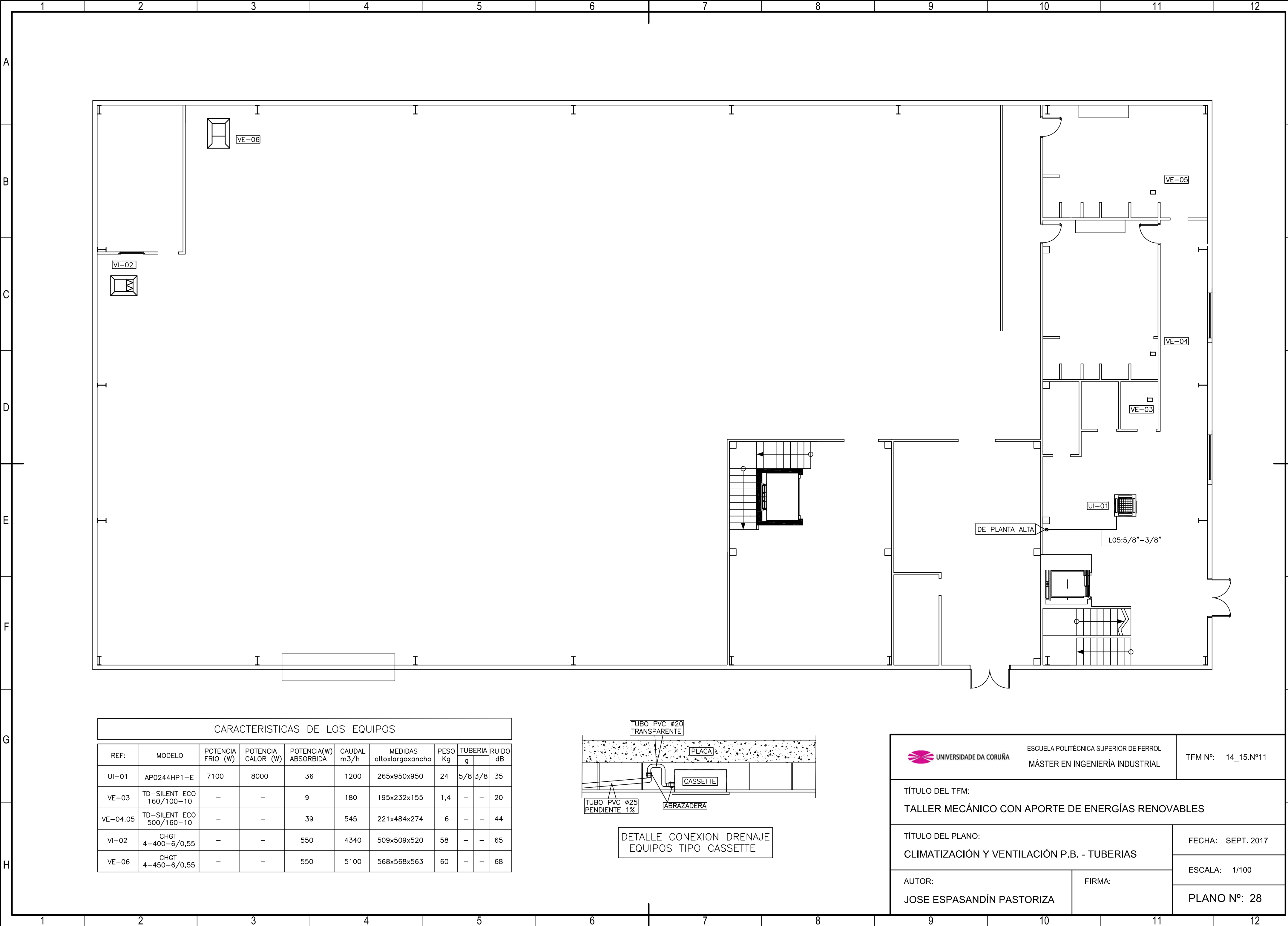
CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS										
REF:	MODELO	POTENCIA FRIO (W)	POTENCIA CALOR (W)	POTENCIA(W) ABSORBIDA	CAUDAL m3/h	MEDIDAS altoxlargoxancho	PESO Kg	TUBERIA		RUIDO dB
								g	l	
UE-01	MCY-MHP060HT	15500	18000	4500	6410	1235x990x390	116	3/4	3/8	55
UI-02	AP0184MH1-E	5600	6300	52	762	280x700x700	20	5/8	1/4	44
UI-03.04	AP0094MH1-E	2800	3200	36	570	280x700x700	20	3/8	1/4	37
VE-02	TD-SILENT ECO 160/100-10	-	-	9	180	195x232x155	1,4	-	-	20
VE-01 (VI-01)	CAB ECOWATT 200-8 (FILTRO F8+G4)	-	-	100	910	328x430x365	22,8	-	-	49

LEYENDA REJILLAS, COMPUERTAS Y CONDUCTOS

a - 2 REJILLAS TAE DMT-X DE 600x250
b - 1 REJILLAS TAE CXT DE Ø125
d - 4 REJILLAS RETORNO DMT-AR-SP-CM DE 300x150
e - 1 REJILLA IMPULSIÓN AMT-AN-SP-CM DE 250x100
f - 2 BOCA EXTRACCIÓN BWC-N DE Ø125
H02,03,04 - COMPUERTAS REGULACIÓN SCC-R Ø150

NOTA 1: EN OFICINAS CONDUCTO DE AIRE RECTANGULAR DE CLIMAVER ISOVER DE 2,5CM DE ESPESOR.
NOTA 2: LA CONEXIÓN A REJILLAS O BOCAS DE EXTRACCIÓN SERÁ SIEMPRE MEDIANTE CONDUCTO FLEXIBLE DEBIDAMENTE EMBOQUILLADO, CON CAJÓN INDIVIDUAL DE SER NECESARIO. LA CONEXIÓN DE AIRE PRIMARIO A LOS CASSETTES SERÁ EN CONDUCTO FLEXIBLE AISLADO.

	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES		
TÍTULO DEL PLANO: CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN P.A. - CONDUCTOS		FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA	FIRMA:	ESCALA: 1/100
		PLANO Nº: 27



CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS										
REF:	MODELO	POTENCIA FRIO (W)	POTENCIA CALOR (W)	POTENCIA(W) ABSORBIDA	CAUDAL m3/h	MEDIDAS altoxlargoxancho	PESO Kg	TUBERIA g l		RUIDO dB
UI-01	AP0244HP1-E	7100	8000	36	1200	265x950x950	24	5/8	3/8	35
VE-03	TD-SILENT ECO 160/100-10	-	-	9	180	195x232x155	1,4	-	-	20
VE-04.05	TD-SILENT ECO 500/160-10	-	-	39	545	221x484x274	6	-	-	44
VI-02	CHGT 4-400-6/0,55	-	-	550	4340	509x509x520	58	-	-	65
VE-06	CHGT 4-450-6/0,55	-	-	550	5100	568x568x563	60	-	-	68



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN P.B. - TUBERIAS

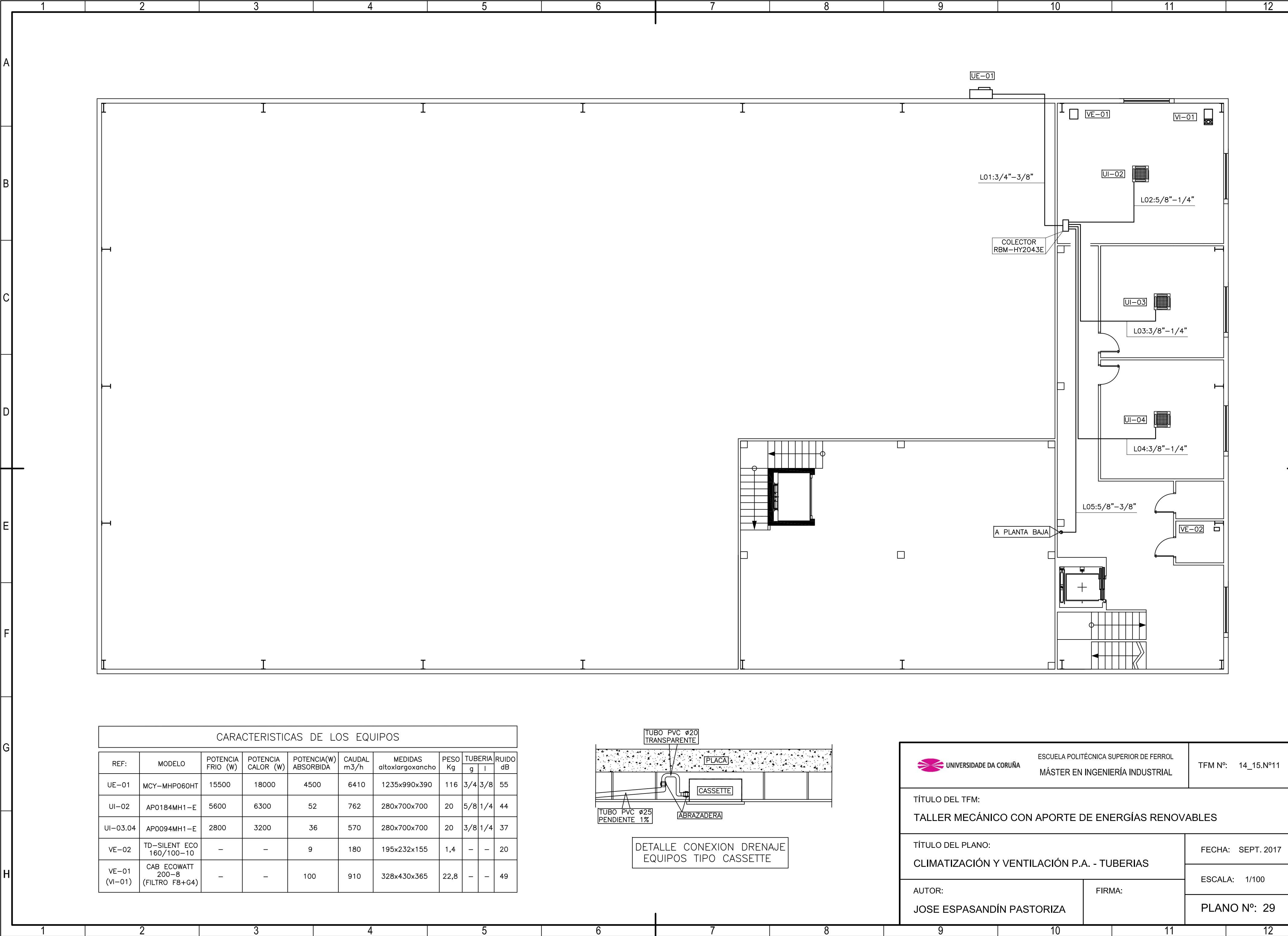
FECHA: SEPT. 2017

AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FIRMA:

ESCALA: 1/100

PLANO Nº: 28



CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS										
REF:	MODELO	POTENCIA FRIO (W)	POTENCIA CALOR (W)	POTENCIA(W) ABSORBIDA	CAUDAL m3/h	MEDIDAS altoxlargoxancho	PESO Kg	TUBERIA		RUIDO dB
								g	l	
UE-01	MCY-MHP060HT	15500	18000	4500	6410	1235x990x390	116	3/4	3/8	55
UI-02	AP0184MH1-E	5600	6300	52	762	280x700x700	20	5/8	1/4	44
UI-03.04	AP0094MH1-E	2800	3200	36	570	280x700x700	20	3/8	1/4	37
VE-02	TD-SILENT ECO 160/100-10	-	-	9	180	195x232x155	1,4	-	-	20
VE-01 (VI-01)	CAB ECOWATT 200-8 (FILTRO F8+G4)	-	-	100	910	328x430x365	22,8	-	-	49

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 14_15.Nº11

TÍTULO DEL TFM:
TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES

TÍTULO DEL PLANO:
CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN P.A. - TUBERIAS

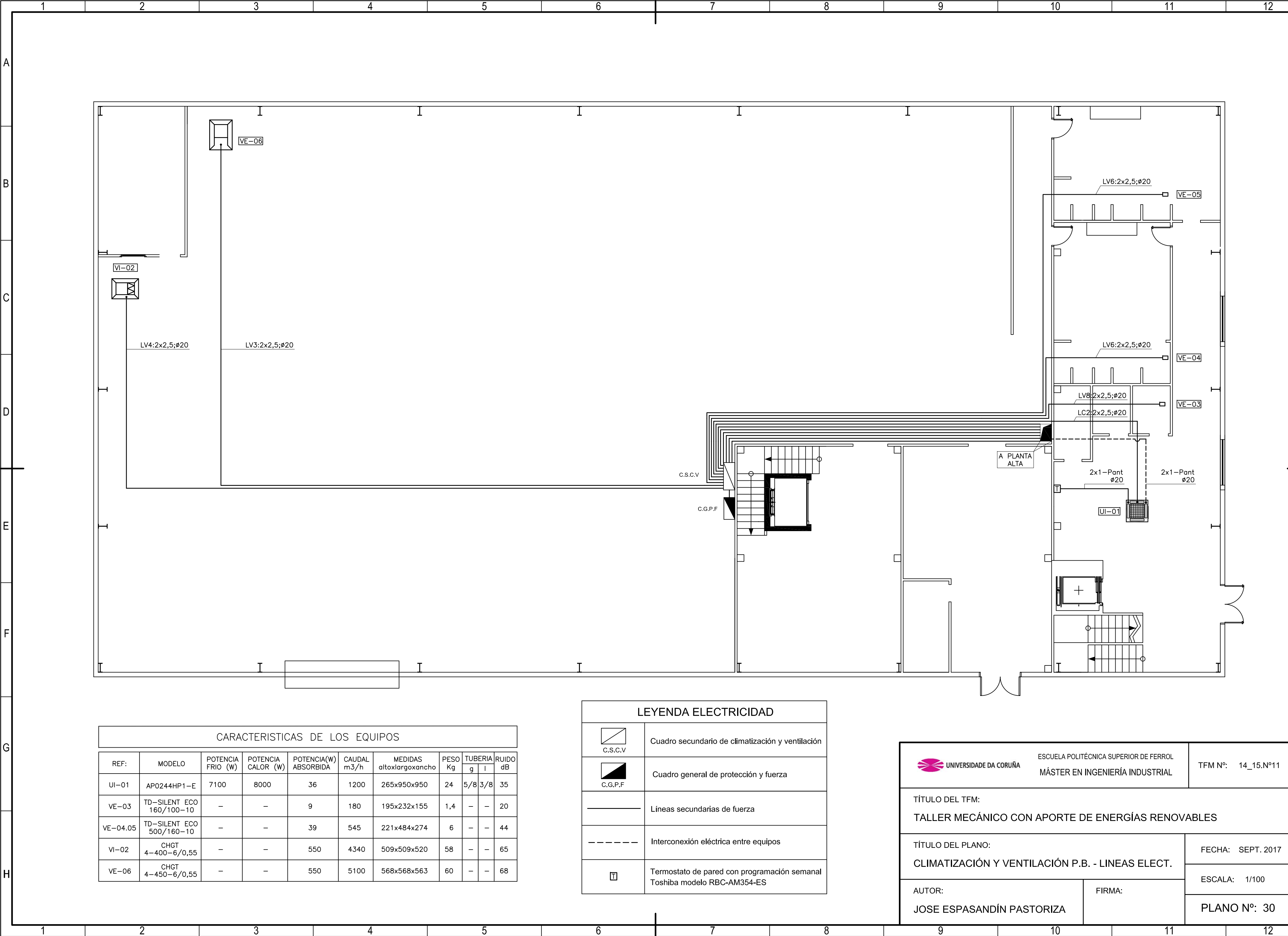
FECHA: SEPT. 2017

ESCALA: 1/100






AUTOR:
JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA

FIRMA:

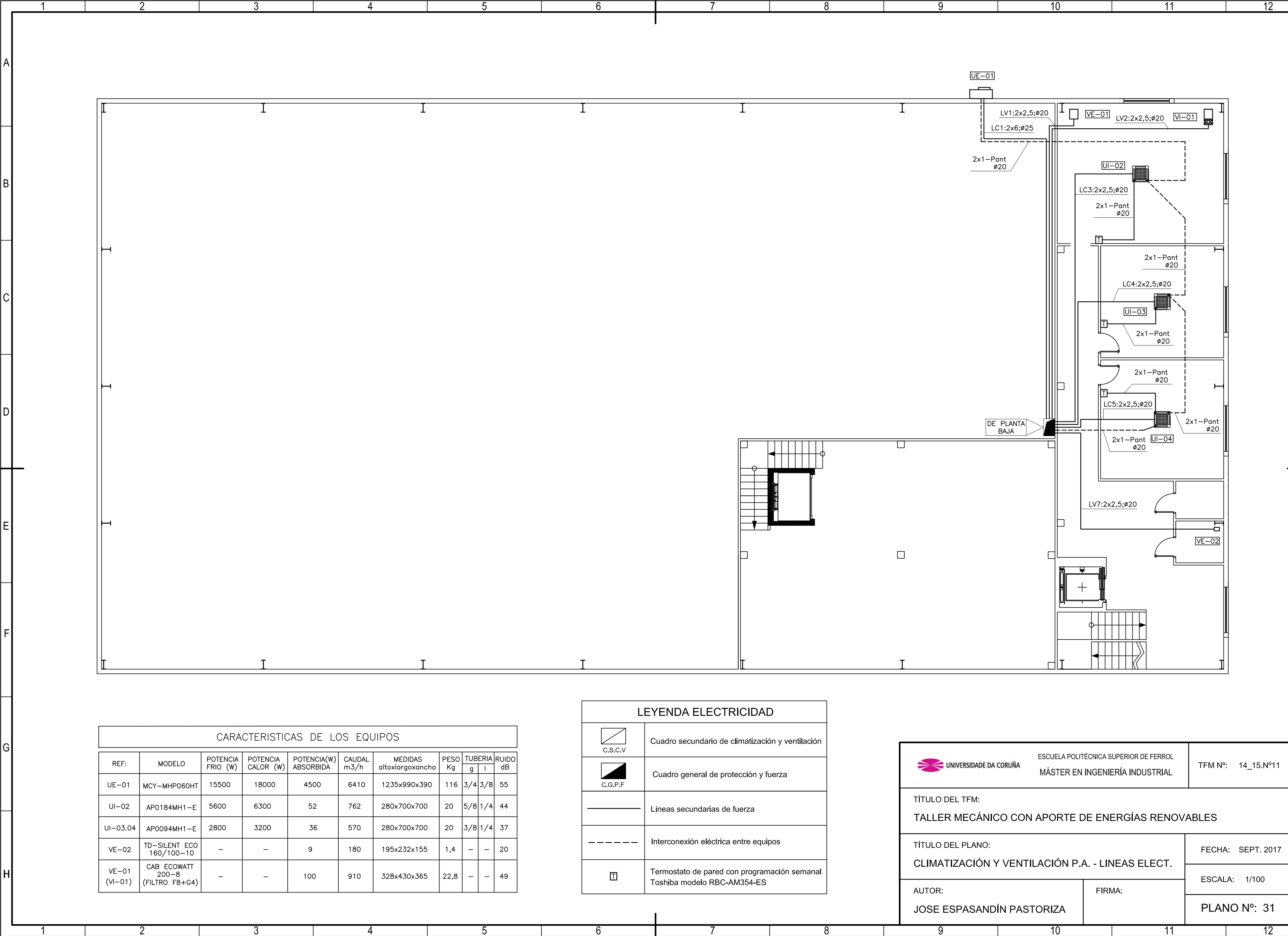
PLANO Nº: 29



CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS										
REF:	MODELO	POTENCIA FRIO (W)	POTENCIA CALOR (W)	POTENCIA(W) ABSORBIDA	CAUDAL m3/h	MEDIDAS altoxlargoxancho	PESO Kg	TUBERIA		RUIDO dB
								g	l	
UI-01	AP0244HP1-E	7100	8000	36	1200	265x950x950	24	5/8	3/8	35
VE-03	TD-SILENT ECO 160/100-10	-	-	9	180	195x232x155	1,4	-	-	20
VE-04.05	TD-SILENT ECO 500/160-10	-	-	39	545	221x484x274	6	-	-	44
VI-02	CHGT 4-400-6/0,55	-	-	550	4340	509x509x520	58	-	-	65
VE-06	CHGT 4-450-6/0,55	-	-	550	5100	568x568x563	60	-	-	68

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	Cuadro secundario de climatización y ventilación
	Cuadro general de protección y fuerza
	Líneas secundarias de fuerza
	Interconexión eléctrica entre equipos
	Termostato de pared con programación semanal Toshiba modelo RBC-AM354-ES

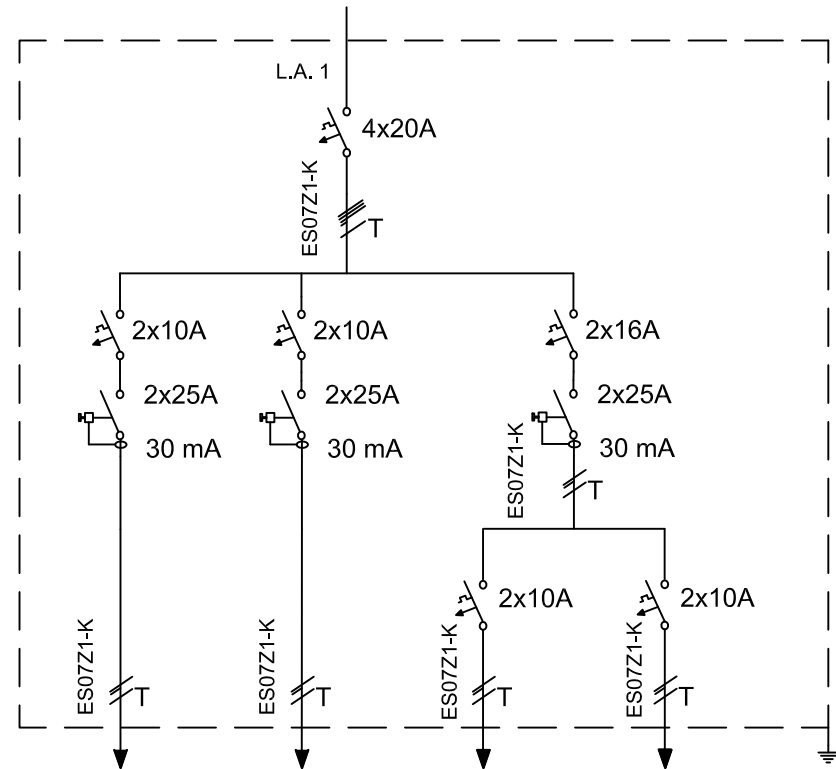
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN P.B. - LINEAS ELECT.			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:	ESCALA: 1/100
			PLANO Nº: 30



CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS										
REF:	MODELO	POTENCIA FRIO (W)	POTENCIA CALOR (W)	POTENCIA(W) ABSORBIDA	CAUDAL m3/h	MEDIDAS altoxlargoxancho	PESO Kg	TUBERIA		RUIDO dB
								g	l	
UE-01	MCY-MHP060HT	15500	18000	4500	6410	1235x990x390	116	3/4	3/8	55
UI-02	AP0184MH1-E	5600	6300	52	762	280x700x700	20	5/8	1/4	44
UI-03.04	AP0094MH1-E	2800	3200	36	570	280x700x700	20	3/8	1/4	37
VE-02	TD-SILENT ECO 160/100-10	-	-	9	180	195x232x155	1,4	-	-	20
VE-01 (VI-01)	CAB ECOWATT 200-8 (FILTRO F8+G4)	-	-	100	910	328x430x365	22,8	-	-	49

LEYENDA ELECTRICIDAD	
	C.S.C.V
	C.G.P.F
	Líneas secundarias de fuerza
	Interconexión eléctrica entre equipos
	Termostato de pared con programación semanal Toshiba modelo RBC-AM354-ES

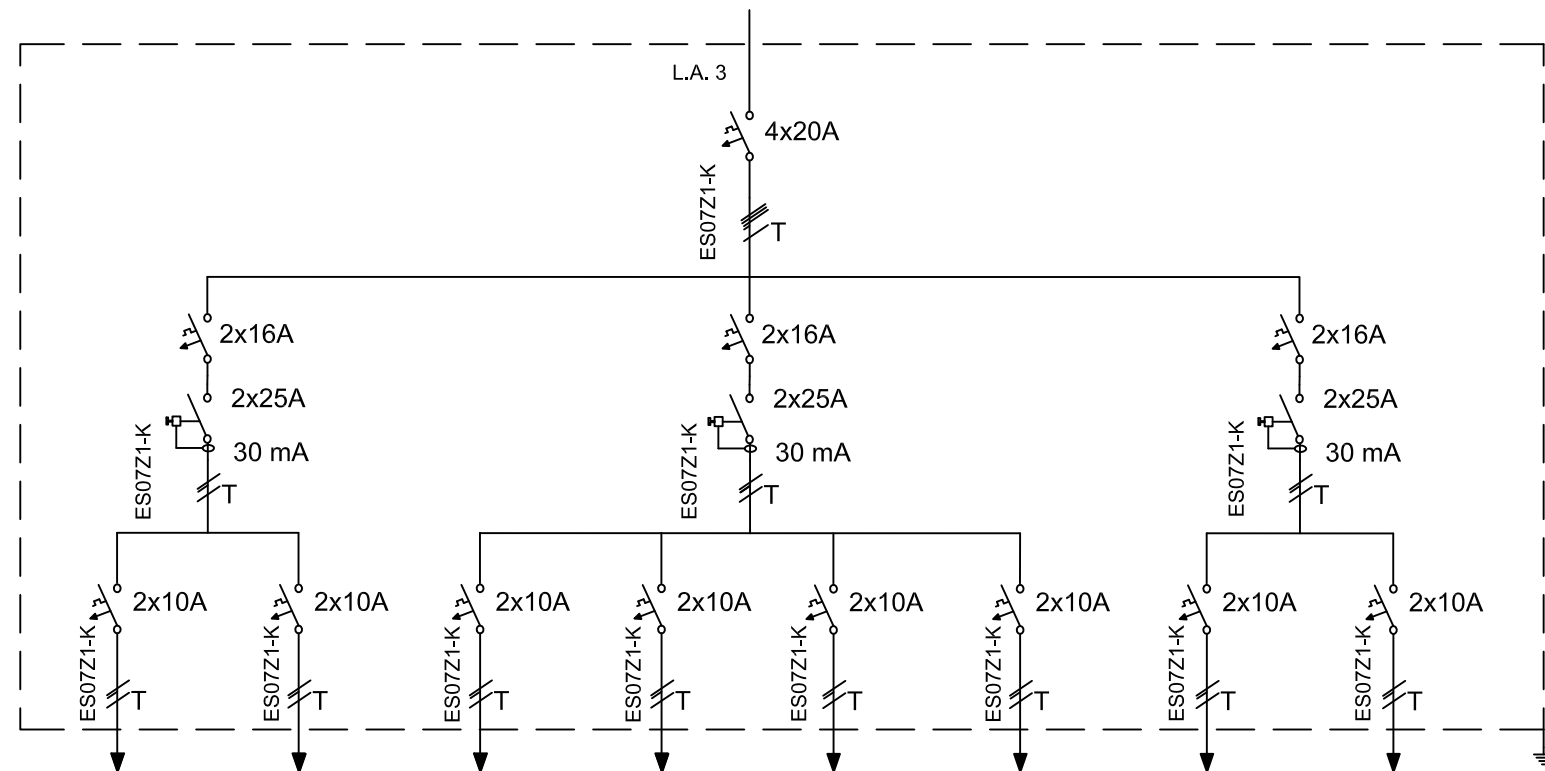
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN P.A. - LINEAS ELECT.			FECHA: SEPT. 2017
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:	ESCALA: 1/100
			PLANO Nº: 31



C.S.A.1	TALLER	TALLER	TALLER	LOCAL DE PINTURAS
SECCIÓN CONDUCTORES	2x2.5mm ² +TT	2x2.5mm ² +TT	2x2.5mm ² +TT	2x1.5mm ² +TT
Ø TUBO O BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA
INTENSIDAD NOMINAL	3.478 A	4.348 A	3.478 A	0.443 A
INTENSIDAD DE CORTO	1.22 KA	1.22 KA	1.22 KA	1.22 KA
POTENCIA ACTIVA	0.8 kW	1.00 kW	0.8 kW	0.102 kW
CAIDA DE TENSIÓN	1.454 %	1.883 %	1.454 %	0.199 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	56 m	58 m	56 m	36 m
FASE	S	R	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.A.1- 2	L.A.1- 3	L.A.1- 1	L.A.1- 4

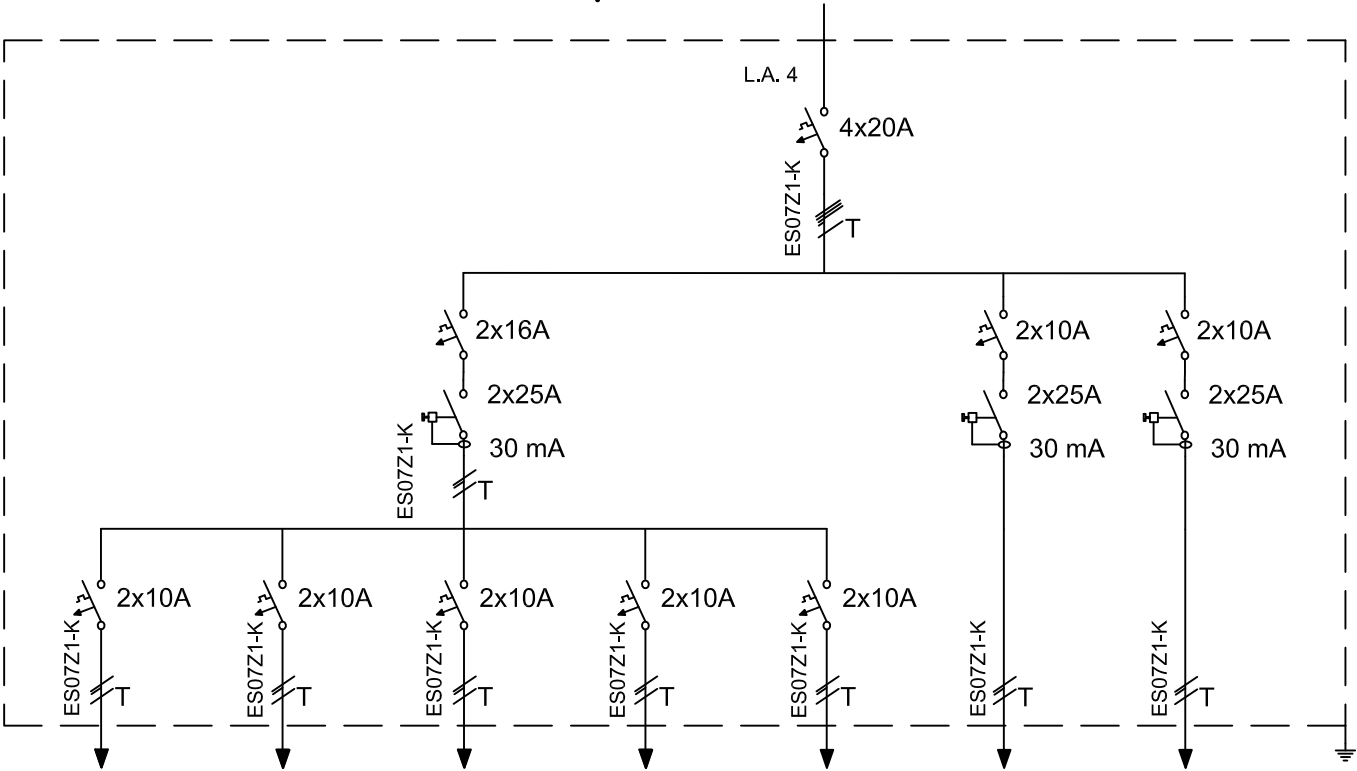
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO 1		FECHA: SEPT. 2017	ESCALA: S/E
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA	FIRMA:	PLANO Nº: 33	

</



C.S.A.3	RECIBIDOR PLANTA ALTA	DIRECTOR GERENTE	ASEO DE HOMBRES P.A.	ASEO DE MUJERES P.A.	SALA DE JUNTAS	PASILLO PLANTA ALTA	OFICINA ADMINIS- TRATIVA	ESCALERAS OFICINAS
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+T
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD NOMINAL	0.483 A	0.643 A	0.113 A	0.113 A	0.643 A	0.322 A	1.448 A	0.113 A
INTENSIDAD DE CORTO	0.976 KA	0.976 KA	0.976 KA	0.976 KA	0.976 KA	0.976 KA	0.976 KA	0.976 KA
POTENCIA ACTIVA	0.111 kW	0.148 kW	0.026 kW	0.026 kW	0.148 kW	0.074 kW	0.333 kW	0.026 kW
CAIDA DE TENSIÓN	0.084 %	0.128 %	0.017 %	0.017 %	0.080 %	0.036 %	0.324 %	0.020 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	14 m	16 m	12 m	12 m	10 m	9 m	18 m	14 m
FASE	R	R	S	S	S	S	T	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.A.3- 1	L.A.3- 6	L.A.3- 3	L.A.3- 4	L.A.3- 5	L.A.3- 8	L.A.3- 7	L.A.3- 2

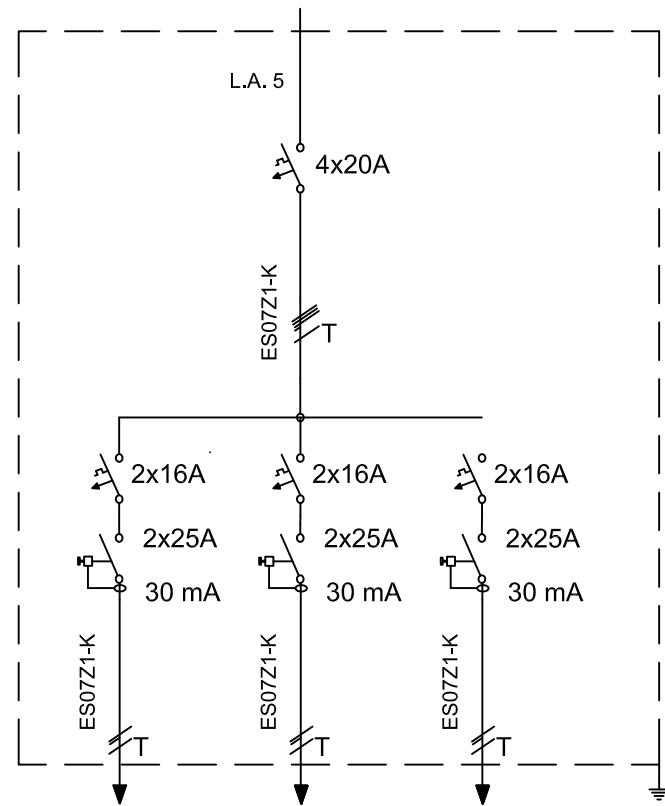
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO 3		FECHA: SEPT. 2017	ESCALA: S/E
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA	FIRMA:	PLANO Nº: 35	






C.S.A.4	ASEO DE HOMBRES PLANTA BAJA	ASEO DE MUJERES PLANTA BAJA	HALL RECEPCIÓN	VESTUARIO FEMENINO	ARCHIVO	PASILLO PLANTA BAJA	VESTUARIO MASCULINO
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT	2x(1x1.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD NOMINAL	0.113 A	0.113 A	1.448 A	0.443 A	0.026 A	0.483 A	0.443 A
INTENSIDAD DE CORTO	0.77 KA	0.77 KA	0.77 KA	0.77 KA	0.77 KA	0.77 KA	0.77 KA
POTENCIA ACTIVA	0.026 kW	0.026 kW	0.333 kW	0.102 kW	0.052 kW	0.111 kW	0.102 kW
CAIDA DE TENSIÓN	0.015 %	0.017 %	0.144 %	0.132 %	0.028 %	0.042 %	0.127 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	11 m	12 m	8 m	24 m	10 m	7 m	23 m
FASE	S	S	S	S	S	T	R
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.A.4- 3	L.A.4- 4	L.A.4- 1	L.A.4- 7	L.A.4- 2	L.A.4- 5	L.A.4- 6

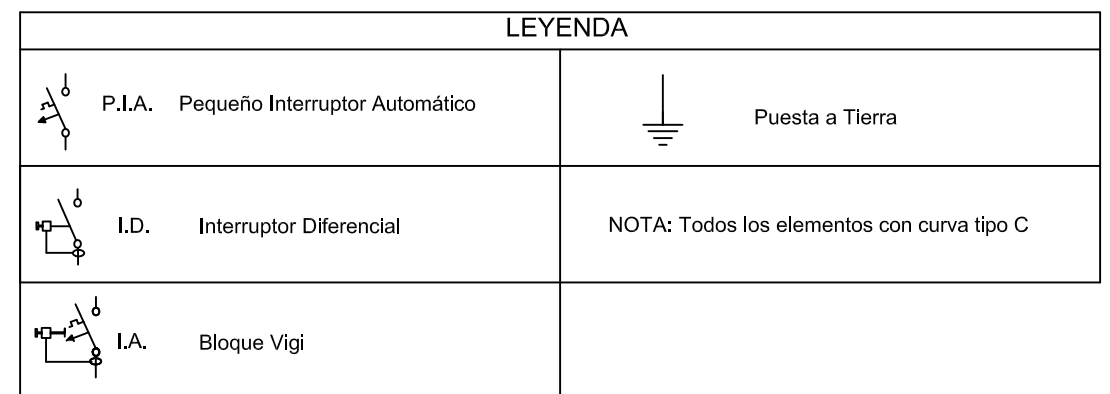
LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		TFM Nº: 14_15.Nº11	
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES					
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO ALUMBRADO 4				FECHA: SEPT. 2017	
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:		ESCALA: S/E	
				PLANO Nº: 36	

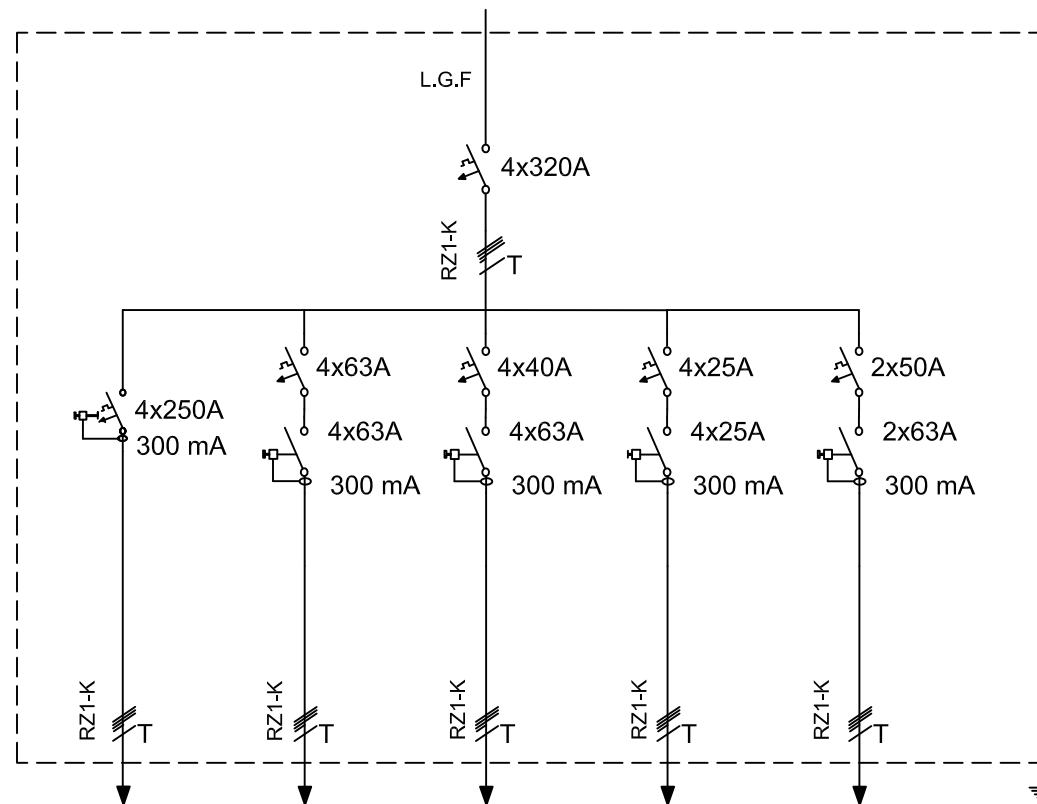






C.S.A.5	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR	ALUMBRADO EXTERIOR
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x6mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	25 mm	25 mm	25 mm
INTENSIDAD NOMINAL	9.783 A	9.783 A	9.783 A
INTENSIDAD DE CORTO	1.23 KA	1.23 KA	1.23 KA
POTENCIA ACTIVA	2.025 kW	2.025 kW	2.025 kW
CAIDA DE TENSIÓN	3.287 %	3.287 %	3.287 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	120 m	120 m	120 m
FASE	R	S	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.A.5- 1	L.A.5- 2	L.A.5- 3

LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>



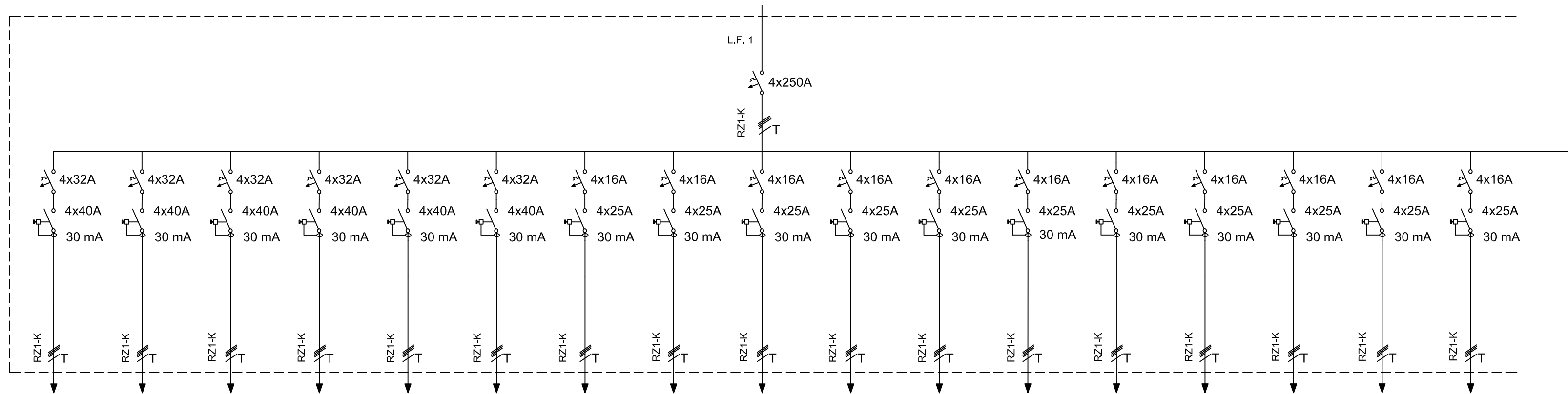
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO GENERAL PROTECCIÓN		FECHA: SEPT. 2017	ESCALA: S/E
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA	FIRMA:	PLANO Nº: 39	



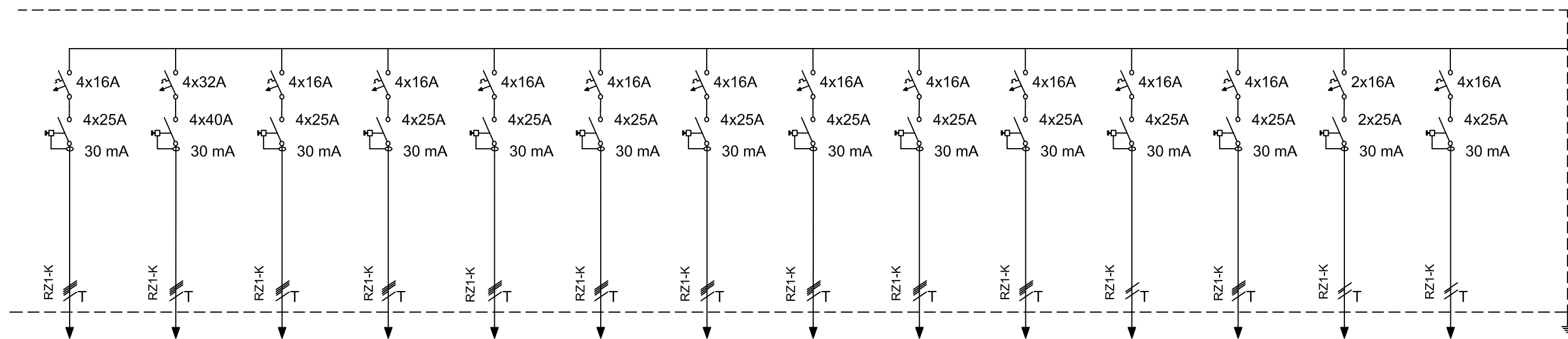
LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>
 <p>I.A. Bloque Vigí</p>	

C.G.F	L.F.1	L.F.2	L.F.3	L.F.4	L.C.V.1
SECCIÓN CONDUCTORES	4x95mm²+TT	4x10mm²+TT	4x6mm²+TT	4x2,5mm²+TT	2x6mm²+TT
Ø TUBO O BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA
INTENSIDAD NOMINAL	200.53 A	44.95 A	32.86 A	13.81 A	39.89 A
INTENSIDAD DE CORTO	5.68 KA	5.68 KA	5.68 KA	5.68 KA	5.68 KA
POTENCIA ACTIVA	111.15 kW	24.91 kW	18.22 kW	7.65 kW	7.34 kW
CAIDA DE TENSIÓN	0.328 %	0.417 %	1.150 %	0.966 %	1.695 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	18 m	11 m	24 m	32 m	6 m
FASE	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F.1	L.F.2	L.F.3	L.F.4	L.C.V.1




 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO GENERAL FUERZA		FECHA: SEPT. 2017	ESCALA: S/E
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA	FIRMA:	PLANO Nº: 40	



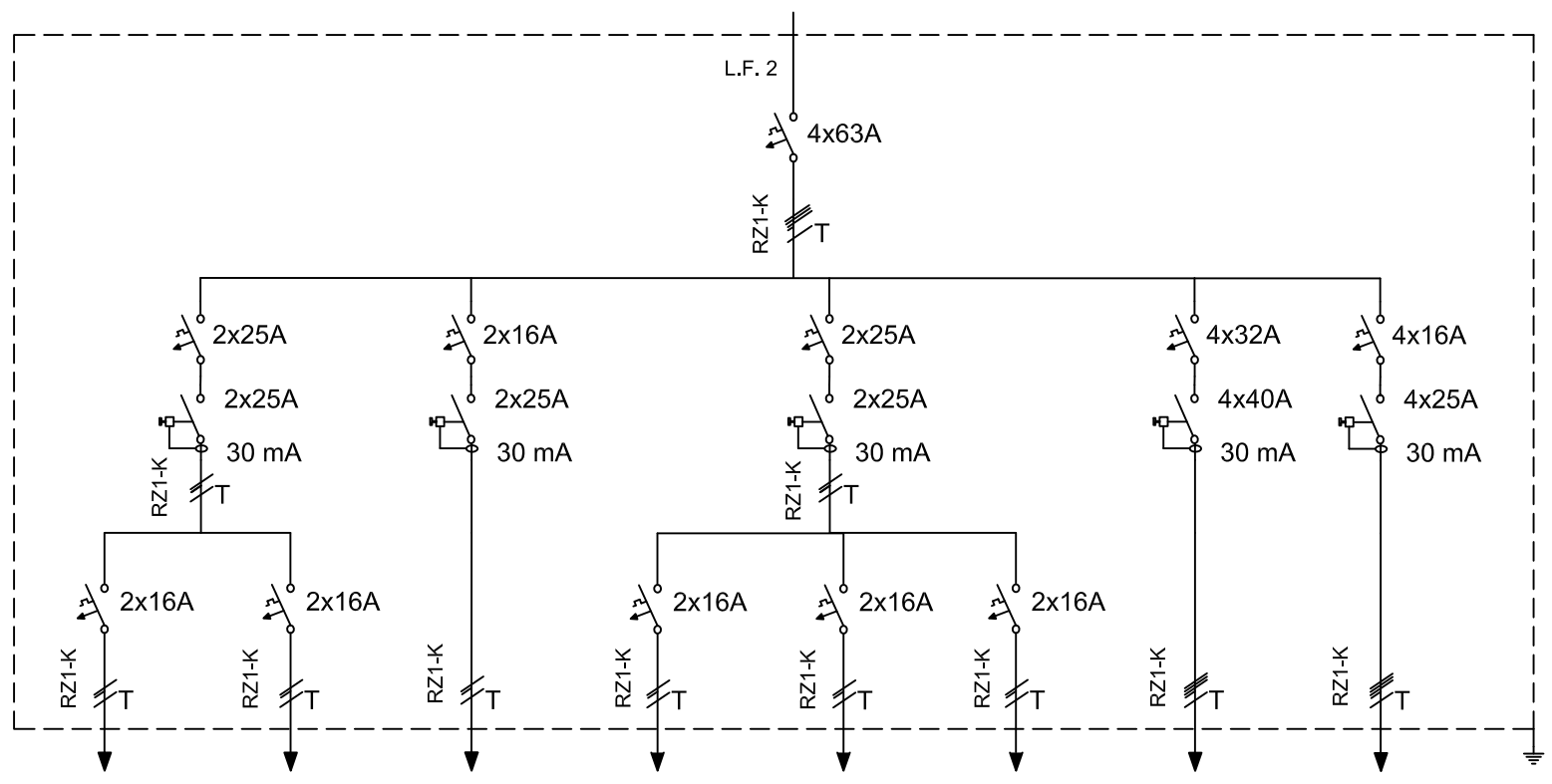
C.S.F.1	T. C. C. 1	T. C. C. 2	T. C. C. 3	T. C. C. 4	T. C. C. 5	T. C. C. 6	EXTRACTOR DE HUMOS	ELEVADOR DE DOS COLUMNAS	ESMERIL	TALADRO DE COLUMNA	ESMERIL	PRESA HIDRAULICA	ELEVADOR DE CUATRO COLUMNAS	ELEVADOR DE CUATRO COLUMNAS	BANCO DE FRENADO-SUSPENSIÓN	BANCADA DE ESTIRADO	ESMERIL
SECCIÓN CONDUCTORES	4x6mm²+TT	4x6mm²+TT	4x6mm²+TT	4x6mm²+TT	4x6mm²+TT	4x6mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x4mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT
Ø TUBO O BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA
INTENSIDAD NOMINAL	6.387 A	6.387 A	6.387 A	6.387 A	6.387 A	6.387 A	3.383 A	10.149 A	1.691 A	2.481 A	1.691 A	13.532 A	10.149 A	10.149 A	13.532 A	4.511 A	1.691 A
INTENSIDAD DE CORTO	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA
POTENCIA ACTIVA	3.540 kW	3.540 kW	3.540 kW	3.540 kW	3.540 kW	3.540 kW	1.875 kW	5.625 kW	0.938 kW	1.375 kW	0.938 kW	7.5 kW	5.625 kW	5.625 kW	7.5 kW	2.5 kW	0.938 kW
CAIDA DE TENSION	0.028 %	0.084 %	0.317 %	0.419 %	0.475 %	0.503 %	0.119 %	0.429 %	0.328 %	0.376 %	0.274 %	2.289 %	1.681 %	1.646 %	1.479 %	0.811 %	0.238 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	3 m	9 m	34 m	45 m	51 m	54 m	10 m	12 m	55 m	43 m	46 m	48 m	47 m	46 m	50 m	51 m	40 m
FASE	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F.1-23	L.F.1- 3	L.F.1- 7	L.F.1- 12	L.F.1- 15	L.F.1- 16	L.F.1- 4	L.F.1- 6	L.F.1- 17	L.F.1- 11	L.F.1- 13	L.F.1- 14	L.F.1- 20	L.F.1- 21	L.F.1- 19	L.F.1- 18	L.F.1- 10



EXTRACTOR DE HUMOS	CABINA DE PINTURA	MOTOR DEL PORTAL	EQUILIBRA-DORA DE RUEDAS	DESMONTA-DORA DE NEUMATICOS	ELEVADOR DE DOS COLUMNAS	ESMERIL	EQUILIBRA-DORA DE RUEDAS	DESMONTA-DORA DE NEUMATICOS	ELEVADOR DE DOS COLUMNAS	BOMBA PRINCIPAL ELÉCTRICA	BOMBA JOKER	LOCAL DE PINTURAS	ESMERIL
4x2.5mm²+TT	4x10mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	4x2.5mm²+TT	2x6mm²+TT	4x2.5mm²+TT
BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA
3.383 A	27.063 A	3.383 A	2.481 A	3.383 A	10.149 A	1.691 A	2.481 A	3.383 A	10.149 A	12.8 A	12.449 A	3.315 A	1.691 A
5.23 KA	25.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA	5.23 KA
1.875 kW	15 kW	1.875 kW	1.375 kW	1.875 kW	5.625 kW	0.938 kW	1.375 kW	1.875 kW	5.625 kW	6.900 kW	1.838 kW	2.355 kW	0.938 kW
0.429 %	0.868 %	0.083 %	0.052 %	0.060 %	0.179 %	0.048 %	0.096 %	0.113 %	0.465 %	0.922 %	0.257 %	1.311 %	0.045 %
36 m	38 m	7 m	6 m	5 m	5 m	8 m	11 m	10 m	13 m	21 m	22 m	35 m	8 m
R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R	R, S, T
L.F.1- 8	L.F.1- 9	L.F.1- 1	L.F.1- 25	L.F.1- 24	L.F.1- 22	L.F.1- 2	L.F.1- 29	L.F.1- 28	L.F.1- 27	L.F.1- 30	L.F.1- 31	L.F.1- 5	L.F.1- 26

LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>

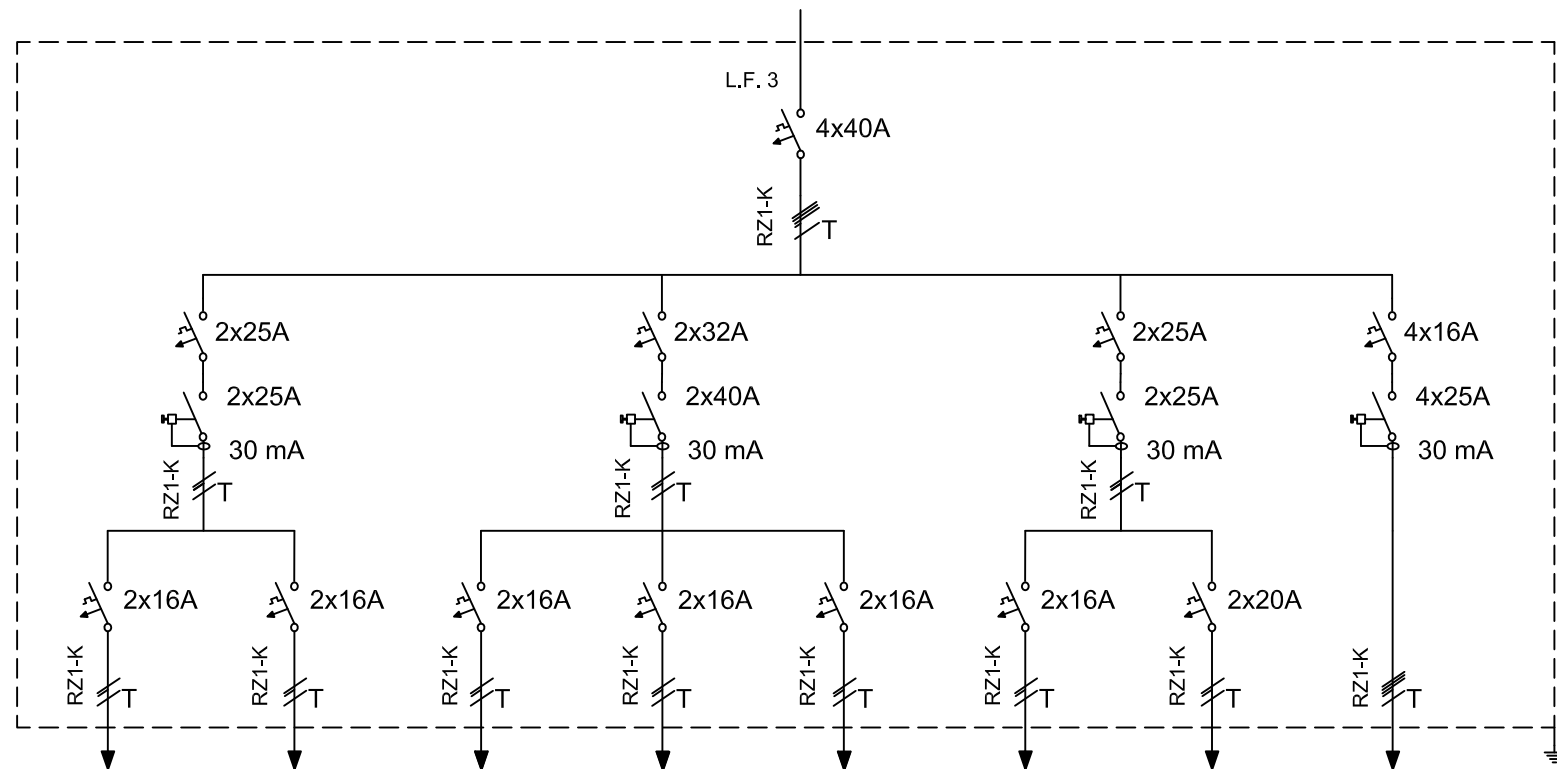
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES				
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO FUERZA 1			FECHA: SEPT. 2017	
			ESCALA: S/E	
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA		FIRMA:		PLANO Nº: 41






C.S.F.2	TALLER	SALA DEL COMPRESOR	ALMACÉN DE RECAMBIOS PLANTA BAJA	ALMACÉN DE RECAMBIOS PLANTA ALTA	ALMACÉN DE RESIDUOS	BOMBA SOLAR TERMICA	COMPRESOR	MONTACAR-GAS DEL ALMACÉN
SECCIÓN CONDUCTORES	2x4mm²+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x6mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	BANDEJA	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	25 mm	20 mm
INTENSIDAD NOMINAL	12.8 A	3.2 A	9.6 A	12.8 A	6.4 A	3.2 A	25.372 A	2.580 A
INTENSIDAD DE CORTO	4.22 KA	4.22 KA	4.22 KA	4.22 KA	4.22 KA	4.22 KA	4.22 KA	4.22 KA
POTENCIA ACTIVA	2.355 kW	0.589 kW	1.766 kW	2.355 kW	1.178 kW	0.589 kW	14.063 kW	1.430 kW
CAIDA DE TENSIÓN	1.012 %	0.408 %	0.476 %	1.450 %	0.612 %	0.204 %	0.444 %	0.136 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	18 m	18 m	7 m	16 m	9 m	9 m	12 m	15 m
FASE	R	R	S	T	T	T	R, S, T	R, S, T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F.2-1	L.F.2- 4	L.F.2- 2	L.F.2- 3	L.F.2- 5	L.F.2- 6	L.F.2- 7	L.F.2- 8

LEYENDA	
P.I.A. Pequeño Interruptor Automático	Puesta a Tierra
I.D. Interruptor Diferencial	NOTA: Todos los elementos con curva tipo C

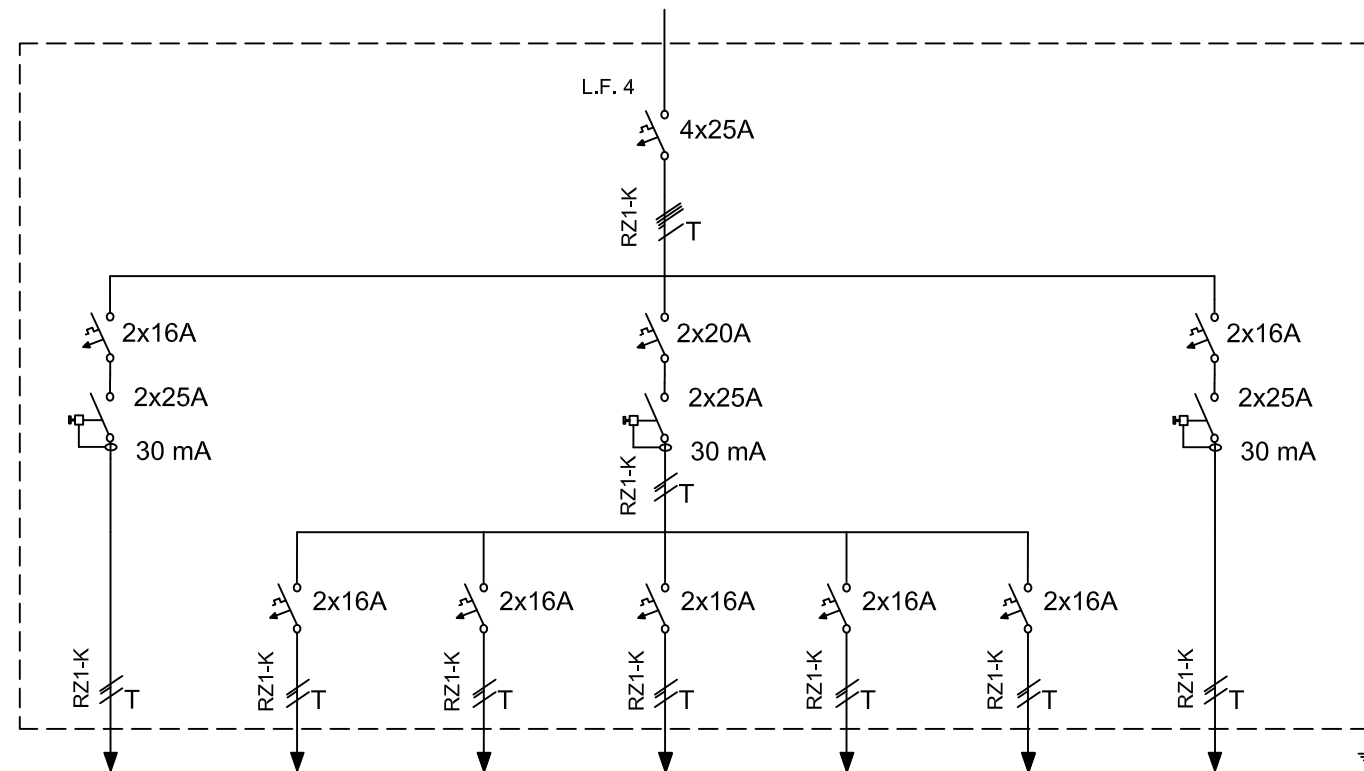
UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL		TFM Nº: 14_15.Nº11	
MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL					
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES					
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO FUERZA 2				FECHA: SEPT. 2017	
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA				FIRMA:	
				ESCALA: S/E	
				PLANO Nº: 42	






C.S.F.3	RECIBIDOR PLANTA ALTA	DIRECTOR GERENTE	ASEO HOMBRES PLANTA ALTA	ASEO MUJERES PLANTA ALTA	OFICINA ADMINIS- TRATIVA	PASILLO PLANTA ALTA	SALA DE REUNIONES	ASCENSOR
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	4x(1x2.5mm²)+T
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD NOMINAL	12.8 A	12.8 A	3.2 A	3.2 A	12.8 A	6.4 A	16 A	10.555 A
INTENSIDAD DE CORTO	2.186 KA	2.186 KA	2.186 KA	2.186 KA	2.186 KA	2.186 KA	2.186 KA	2.186 KA
POTENCIA ACTIVA	2.355 kW	2.355 kW	0.589 kW	0.589 kW	2.355 kW	1.178 kW	2.944 kW	5.850 kW
CAIDA DE TENSIÓN	0.815 %	1.359 %	0.272 %	0.317 %	1.812 %	0.680 %	1.133 %	0.149 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	9 m	15 m	12 m	14 m	20 m	15 m	10 m	4 m
FASE	R	R	S	S	S	T	T	R, S, T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F.3- 1	L.F.3- 6	L.F.3- 3	L.F.3- 4	L.F.3- 7	L.F.3-2	L.F.3- 5	L.F.3- 8

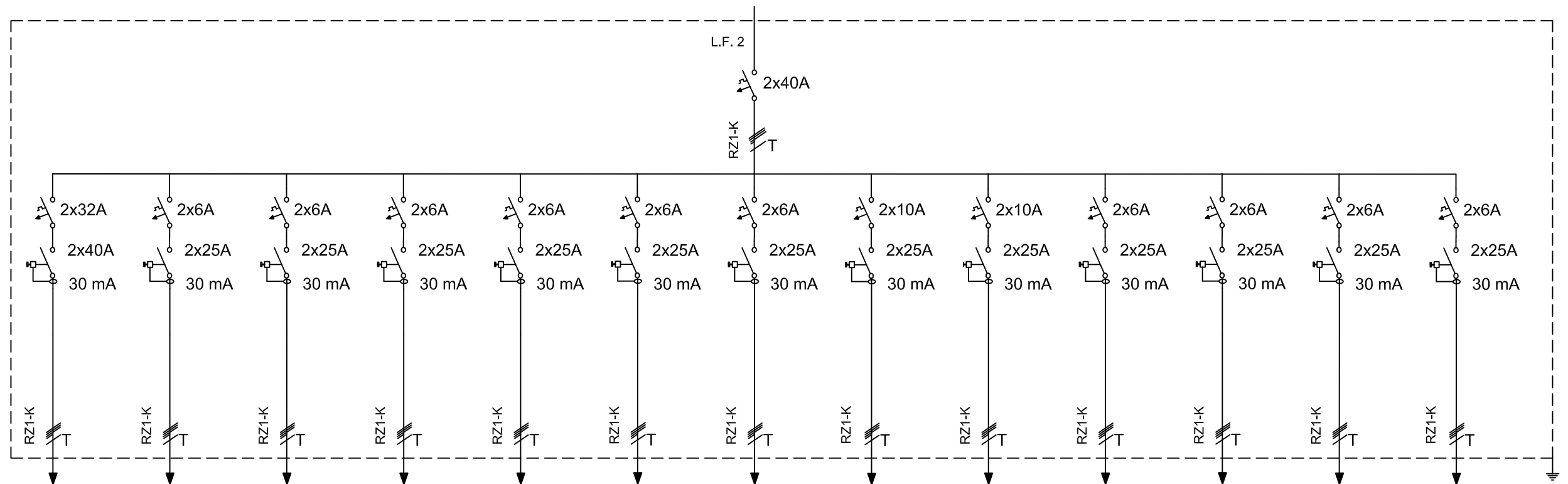
LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		TFM Nº: 14_15.Nº11	
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES					
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO SUCUNDARIO FUERZA 3				FECHA: SEPT. 2017	
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA				ESCALA: S/E	
				PLANO Nº: 43	
FIRMA:					






C.S.F.4	ARCHIVO	VESTUARIO MASCULINO	PASILLO PLANTA BAJA	ASEO HOMBRES PLANTA BAJA	ASEO MUJERES PLANTA BAJA	HALL	VESTUARIO FEMENINO
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+T
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD NOMINAL	3.2 A	9.6 A	6.4 A	3.2 A	3.2 A	9.6 A	6.4 A
INTENSIDAD DE CORTO	0.83 KA	0.83 KA	0.83 KA	0.83 KA	0.83 KA	0.83 KA	0.83 KA
POTENCIA ACTIVA	0.589 kW	1.766 kW	1.178 kW	0.589 kW	0.589 kW	1.766 kW	1.178 kW
CAIDA DE TENSIÓN	0.181 %	1.223 %	0.181 %	0.249 %	0.294 %	0.815 %	0.951 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	8 m	18 m	4 m	11 m	13 m	12 m	21 m
FASE	R	S	S	S	S	S	T
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.F.4-3	L.F.4- 6	L.F.4- 2	L.F.4- 4	L.F.4- 5	L.F.4- 1	L.F.4- 7

LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>



C.S.C.V	UE-01	UI-01 RECEPCIÓN	UI-02 ADMINIST.	UI-03 GERENCIA	UI-04 REUNIONES	VE-01 OFICINAS	VI-01 OFICINAS	VE-06 TALLER	VI-02 TALLER	VE-04 VESTUARIOS	VE-05 VESTUARIOS	VE-02 ASEOS	VE-03 ASEOS
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x6mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT	2x(1x2.5mm²)+TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	25mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
INTENSIDAD NOMINAL	26.6 A	0.74 A	0.897 A	0.652 A	0.652 A	0.876 A	0.876 A	4.001 A	3.75 A	0.31 A	0.31 A	0.102 A	0.102 A
INTENSIDAD DE CORTO	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA	3.78 KA
POTENCIA ACTIVA	4.89 kW	0.36 kW	0.165 kW	0.12 kW	0.12 kW	0.161 kW	0.161 kW	0.73 kW	0.69 kW	0.058 kW	0.058 kW	0.019 kW	0.019 kW
CAIDA DE TENSIÓN	7.35 %	0.121 %	0.19 %	0.12 %	0.106 %	0.23 %	0.217 %	0.73 %	0.903 %	0.062 %	0.104 %	0.015 %	0.019 %
LONGITUD DE LA LÍNEA	39 m	23 m	30 m	26 m	23 m	37 m	35 m	26 m	34 m	28 m	47 m	21 m	26 m
FASE	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
NOMBRE DE LA LÍNEA	L.C.1	L.C.2	L.C.3	L.C.4	L.C.5	L.V.1	L.V.2	L.V.3	L.V.4	L.V.5	L.V.6	L.V.7	L.V.8

LEYENDA	
 <p>P.I.A. Pequeño Interruptor Automático</p>	 <p>Puesta a Tierra</p>
 <p>I.D. Interruptor Diferencial</p>	<p>NOTA: Todos los elementos con curva tipo C</p>

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 14_15.Nº11
TÍTULO DEL TFM: TALLER MECÁNICO CON APOORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES			
TÍTULO DEL PLANO: UNIFILAR CUADRO SECUNDARIO CLIMAT. Y VENT.		FECHA: SEPT. 2017	ESCALA: S/E
AUTOR: JOSE ESPASANDÍN PASTORIZA	FIRMA:	PLANO Nº: 45	



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

5 PLIEGO DE CONDICIONES.	6
5.1 OBJETO.....	6
5.1.1 Objeto del presente pliego.	6
5.1.2 Documentación del contrato de obra.....	6
5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos.....	7
5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.	8
5.2.1 Disposiciones generales.	8
5.2.2 Contratos.	10
5.2.3. Seguros.	10
5.2.4 Garantías.	11
5.2.5 Recepción de las instalaciones.	11
5.2.6 Final.....	11
5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.....	11
5.3.1 Obligaciones del contratista.	11
5.3.2 Obligaciones de los operarios.....	13
5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.	13
5.3.4 Materiales.	14
5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato.	14
5.3.6 Subcontratación de obras.	14
5.3.7 Seguro de incendios.	15
5.3.8 Plazo de ejecución de las obras.....	15
5.3.9 Sanciones por retraso de las obras.....	15
5.3.10 Cesión de traspaso.	16
5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra.	16
5.3.12 Documentación complementaria.....	16
5.3.13 Liquidaciones parciales.....	16
5.3.14 Recepción provisional.	16
5.3.15 Plazo de garantía de las obras.....	17
5.3.16 Recepción definitiva.	17
5.3.17 Libro de órdenes.	18

5.3.18 Datos de la Obra.....	18
5.3.19 Trabajos no previstos.....	19
5.3.20 Facilidades para la inspección.	19
5.3.21 Certificados y documentación.	19
5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público.	20
5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista.	20
5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento.	21
5.3.25 Seguridad en el trabajo.	21
5.3.26 Seguridad pública.	22
5.3.27 Rescisión del contrato.....	22
5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.	23
5.4.1 Objeto.	23
5.4.2 Campo de aplicación.	23
5.4.3 Condiciones generales.....	23
5.4.3.1 Calidad de los materiales.	23
5.4.3.2 Pruebas y ensayos de materiales.....	23
5.4.3.3 Materiales no consignados en el Proyecto.....	24
5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución.	24
5.4.4 Normas.	24
5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales.....	24
5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación.	25
5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones.	25
5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra.....	26
5.4.5.1 Centro de transformación.	26
5.4.5.1.1 Obra civil.....	26
5.4.5.1.2 Aparamenta de Media Tensión.	26
5.4.5.1.3 Transformadores de potencia.	27
5.4.5.1.4 Equipos de medida.	27
5.4.5.1.5 Normas de ejecución de las instalaciones.....	28
5.4.5.1.6 Pruebas reglamentarias.	29
5.4.5.1.7 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.	29
5.4.5.1.8 Certificados y documentación.	29
5.4.5.1.9 Libro de órdenes.	30
5.4.5.2 Instalación de baja tensión.	30
5.4.5.2.1 Línea eléctrica de baja tensión.....	30
5.4.5.2.1.1 Trazado.	30

5.4.5.2.1.2 Apertura de zanjas.	31
5.4.5.2.1.3 Canalizaciones.	31
5.4.5.2.1.4 Cable entubado.	32
5.4.5.2.1.5 Arquetas.	33
5.4.5.2.1.6 Paralelismos.	34
5.4.5.2.1.7 Cruzamientos con otros servicios.	35
5.4.5.2.1.8 Transporte de bobinas de cables.	36
5.4.5.2.1.9 Tendido de cables.	38
5.4.5.2.1.10 Protección mecánica.	41
5.4.5.2.1.11 Señalización.	41
5.4.5.2.1.12 Identificación.	41
5.4.5.2.1.13 Cierre de zanjas.	41
5.4.5.2.1.14 Reposición de pavimentos.	42
5.4.5.2.1.15 Montajes diversos.	42
5.4.5.2.1.16 Reparación de las averías de cables subterráneos.	42
5.4.5.2.1.17 Puesta a tierra.	43
5.4.5.2.1.18 Materiales.	43
5.4.5.2.1.19 Recepción de obra.	44
5.4.5.2.2 Apertura de rozas.	44
5.4.5.2.3 Conductores.	45
5.4.5.2.4 Canalizaciones.	46
5.4.5.2.5 Cajas de registro.	48
5.4.5.2.6 Bornas.	49
5.4.5.2.7 Mecanismos.	50
5.4.5.2.8 Cuadros y armarios.	50
5.4.5.2.9 Interruptores automáticos.	51
5.4.5.2.10 Diferenciales.	52
5.4.5.2.11 Luminarias.	52
5.4.5.2.12 Lámparas.	53
5.4.5.2.13 Equilibrio de fases.	53
5.4.5.2.14 Resistencia de tierra.	53
5.4.5.2.15 Calidad de la instalación.	54
5.4.5.3 Instalación en locales mojados.	54
5.4.5.3.1 Canalizaciones.	54
5.4.5.3.2 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.	54

5.4.5.3.3 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes.	55
5.4.5.4 Aparamenta.....	55
5.4.5.4.1 Dispositivos de protección.	55
5.4.5.4.2 Aparatos móviles o portátiles.	55
5.4.5.4.3 Receptores de alumbrado.....	55
5.5 DISPOSICIÓN FINAL.....	55

5 PLIEGO DE CONDICIONES.

5.1 OBJETO.

5.1.1 Objeto del presente pliego.

El pliego de condiciones se define como el documento que especifica las condiciones técnico-facultativas para la ejecución de las obras, determinando con carácter general las obligaciones de las partes que intervienen en el proceso de ejecución del presente proyecto. El pliego de condiciones generales define con un carácter genérico los aspectos de las obras y las relaciones habituales entre sus agentes.

Este pliego de condiciones tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las actividades de montaje de las instalaciones objeto del proyecto. Se refieren al suministro y colocación de los materiales necesarios en la instalación, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que correspondan según el contrato y legislación aplicables a la propiedad, el contratista, sus técnicos y encargados y los servicios a ella vinculados, así como las relaciones entre todos ellos, y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del Contrato de Obras.

5.1.2 Documentación del contrato de obra.

Integran el Contrato los siguientes documentos relacionados por orden de relación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de Contrato de empresa o arrendamiento de Obra, si existiera.
2. El Pliego de Condiciones Particulares.
3. Pliego General de Condiciones.
4. Los precios de las Unidades de Obra.
5. Los planos.
6. La memoria, en cuanto a la definición de materiales y calidades.

En las Obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud, y el Anexo de Control de Calidad de la Edificación. Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la Obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la Obra se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos.

En caso de contradicciones e incompatibilidades entre los documentos del presente proyecto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los planos tienen prelación sobre los demás documentos del proyecto en lo que a dimensionado se refiere, en caso de incompatibilidad entre los mismos.
- El pliego de condiciones técnicas tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de las obras.
- El presupuesto general tiene prelación sobre las diferentes partidas o presupuestos parciales.

En cualquier caso, los documentos del proyecto tienen preferencia respecto a pliegos de condiciones generales que se mencionan en los diferentes apartados de este pliego.

Lo mencionado en los pliegos de condiciones particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento y aquella tenga precio en el presupuesto.

Las omisiones en planos y pliego de condiciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y pliego de condiciones técnicas, o que, por su uso y costumbre deben ser realizados, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si

hubiesen sido completa y correctamente especificados en los planos y pliego de condiciones.

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

5.2.1 Disposiciones generales.

El propietario es la Escuela Politécnica Superior de Ferrol que ha encomendado este proyecto a Jose Manuel Espasandín Pastoriza.

- Las instalaciones a realizar son descritas en la memoria y deberán ser ejecutadas de acuerdo con los planos adjuntos.

- La ejecución del proyecto se encomendará a contratistas e instaladores debidamente autorizados, quienes acreditarán tal circunstancia y serán responsables a todos los efectos de los hechos que pudieran derivarse del incumplimiento de estas condiciones.

- El replanteo de las instalaciones deberá realizarse en presencia del director de las mismas, a quien el contratista podrá exigir el levantamiento del acta correspondiente, siendo el contratista responsable de las circunstancias que pudieran derivarse del incumplimiento de las mismas.

- El contratista será el responsable del fiel cumplimiento de las normas relativas a todo tipo de pruebas en depósitos, dispositivos, instrumentos de control y dispondrá de los medios oportunos para que las mismas puedan realizarse en presencia de los Técnicos de los Organismos Oficiales o de la Dirección de las Obras.

- El contratista es responsable de la instalación para que ha sido contratado. No tendrá derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costar ni las erradas maniobras que se cometieran durante el montaje, siendo toda esto de su cuenta y riesgo e independiente de la dirección técnica.

- El contratista se hace responsable del cumplimiento de la vigente normativa sobre Seguridad y Salud, así como de las medidas complementarias que sobre la misma puede introducir la dirección técnica, siendo responsable de los accidentes que

sobrevinieran tanto al personal como a terceros, tanto durante su ejecución como durante las pruebas.

- El contratista proporcionará por su cuenta tanto el personal auxiliar como los útiles y herramientas necesarias para la realización de las pruebas oficiales o que la dirección técnica estime oportunas, corriendo por su cuenta los gastos que pudieran ocasionar dichas pruebas.

- Si durante el montaje de la Obra, el Director Técnico considerase necesario introducir modificaciones en el proyecto, el instalador queda obligado a realizarlas siempre y cuando el aumento y disminución en la instalación no suponga más del 25% del total contratado, abonándose o cargándose la parte que resulte con arreglo a los precios del proyecto. Si figurasen partidas de otra clase, cuyo precio unitario no figure en el proyecto, éste se estipulará previamente entre el contratista y el propietario; de no hacerlo así, se dejará a juicio de la dirección técnica.

- Las dudas que pudieran surgir sobre el proyecto y contrato de instalación, serán resueltas por la dirección técnica, así como sobre la interpretación de planos, debiendo el contratista someterse a lo que ésta decida.

- La dirección técnica podrá rechazar cualquier instalación que considere defectuosa, estando obligado el contratista a desmontarla y volver a ejecutarla sin derecho a indemnización.

- Si el contratista se negase a seguir las instrucciones de la Dirección Técnica o las ejecutase a velocidad inadecuada en un plazo máximo a juicio de ésta, será apercibido, y si en el plazo de 48 horas no modificase su actitud, el Director Técnico levantará acta de tal circunstancia y si en un plazo de 72 horas el contratista persistiese, el Director Técnico levantará nueva acta quedando a partir de dicho momento el contrato entre el propietario y el contratista rescindido sin que éste último tenga derecho a ningún tipo de indemnización.

- En caso de rescisión del contrato por la persistencia de las condiciones indicadas del presente pliego de condiciones, las cantidades que el contratista tiene derecho a percibir por parte de obra realizada las determinará el buen juicio de la dirección técnica.

5.2.2 Contratos.

- Se extenderá entre el propietario y el contratista o en su caso con el instalador cuando competiese, contrato con el que se especifiquen plazos de ejecución y formas de cobro, pero entendiéndose que cualquier posible contradicción entre dicho contrato y el presente Pliego de Condiciones se resolverá dando absoluta prioridad al Pliego de Condiciones.

- El presente Pliego de Condiciones es de obligado cumplimiento tanto por la parte de la Dirección Técnica como del instalador, así como de la propiedad, sin que ninguno de ellos pueda alegar desconocimiento del mismo.

5.2.3. Seguros.

- Además de los seguros obligatorios, antes del comienzo de la obra y para toda la duración de ésta, incluido el período de garantía, el contratista deberá contratar una póliza a todo riesgo de la obra e instalación por el valor total de la misma, complementada con una garantía de responsabilidad civil de un mínimo de 150.000 €.

- El contratista someterá a la aprobación de la Dirección Técnica el empleo de cualquier material fundamental o accesorio, sin cuya aprobación no podrá emplearse.

- El contratista queda obligado a encargar la realización de los análisis o ensayos indicados por la Dirección Técnica en los laboratorios que ésta especifique, corriendo el coste de los mismos por la cuenta del contratista siempre que no sobrepase el 1,5 % del total del presupuesto. De sobrepasarlo, la diferencia será abonada por el propietario.

- Los instrumentos de protección y control, conducciones, mecanismos y en general cualquier elemento de que consten las instalaciones, responderán a las características exigidas por los vigentes reglamentos, o en su defecto a Normas de Institutos u Organismos normalmente reconocidos por la Dirección Técnica.

5.2.4 Garantías.

El contratista, por la parte que le corresponda, garantizará completamente la instalación durante un periodo de dos (2) años, comprometiéndose a su reparación y/o reposición sin ningún derecho a recepción.

5.2.5 Recepción de las instalaciones.

- Se considerará recibida la instalación cuando los Organismos competentes den su aprobación y la Dirección Técnica los admita en todos sus extremos.

- Aunque la inspección de los Organismos competentes pueda dar por aprobada la instalación, ésta no se considerará recibida sin la aprobación expresa de la Dirección Técnica, quien extenderá el correspondiente certificado, que será visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales.

- Una vez recibida la instalación, el contratista tendrá derecho a percibir el importe total de la misma en la forma especificada en el contrato, pero el propietario tendrá derecho a retener hasta un 10% durante el año de garantía que empezará a contar desde la fecha del visado del certificado. Una vez transcurrido dicho plazo y en un tiempo máximo de diez días, el contratista deberá percibir la cantidad pendiente.

5.2.6 Final.

Todo lo expuesto en el pliego de condiciones generales será de obligado cumplimiento.

5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.

5.3.1 Obligaciones del contratista.

Toda la Obra se ejecutará con estricta sujeción al Proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Director Técnico o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las Obras. A

estos efectos, el contratista entregará un Plan de Trabajo valorado mensualmente antes de una semana tras la firma del acta de replanteo.

El contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc., así como una caseta en la Obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del Proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la Obra bajo custodia del contratista un “Libro de órdenes”, para cuando lo juzgue conveniente la Dirección, dictar las que hayan de extenderse y firmarse el “enterado” de las mismas por el Jefe de Obra.

El hecho de que en dicho Libro no figuren redactadas las órdenes que preceptorilmente tiene la obligación de cumplir el contratista no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al contratista.

Por la Contrata se facilitarán todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, e igualmente, en lo relativo a las cargas en material social y obligaciones tributarias, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de Obras.

La Dirección Técnica con cualquier parte de la Obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución a costa del contratista, hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternatively, aceptar la Obra con la depreciación que estime oportuna en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se sospeche la existencia de vicios ocultos, aunque se hubiesen recibido provisionalmente. En el caso de que se comprobase la no existencia de estos vicios, la Propiedad correría con los gastos de la demolición. En caso contrario, la Contrata deberá corregir las disconformidades, corriendo por su cuenta los gastos.

Son obligaciones generales del contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición, certificaciones y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dichas certificaciones y liquidaciones.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las Obras, aunque no esté expresamente estipulado en este Pliego.

El contratista no podrá subcontratar la Obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del contratista o su apoderado. En todo caso, queda prohibida la subcontratación.

El contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo el personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa, dentro de las necesidades para la buena marcha de las Obras y el cumplimiento de los plazos.

El contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

5.3.2 Obligaciones de los operarios.

El contratista empleará en los trabajos operarios de aptitud reconocida en las diversas ramas de la construcción, asegurándolos según la legislación vigente, considerando al contratista como patrono en los casos de aplicación de la misma.

También correrá por su cuenta el pago de las cantidades que corresponda por la aplicación de las disposiciones sobre las obras, seguro de enfermedad, pluses y todas las disposiciones de carácter oficial vigentes en el día de la fecha.

5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.

Correrán por cuenta del contratista de todos los jornales y materiales, la totalidad de los medios auxiliares empleados en la construcción industrial y el impuesto industrial.

5.3.4 Materiales.

Todos los materiales que se empleen en la obra serán de buena calidad y en todo caso, antes de la utilización de los mismos, merecerán la aprobación de la Dirección Técnica, que rechazará aquellos que no le satisfagan o no se ajusten a las condiciones en que debe realizarse la Obra. La vigilancia y conservación de los materiales será por cuenta del contratista.

5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato.

El Propietario de la obra, de acuerdo con la Dirección Técnica, se reserva el derecho de aumentar o eliminar el número o clase de unidades que le convenga, sin que por ellos pueda reclamar el contratista, siempre que su importe no exceda del 25% del valor de la contrata.

El precio de las obras aumentadas o disminuidas se fijará de acuerdo con la Dirección Técnica. El mismo criterio se ajustará al posible aumento del plazo de ejecución en el caso de que sea menor de 30 días, en caso contrario se deberá contar con la aprobación del contratista.

5.3.6 Subcontratación de obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra. La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección Técnica de la Obra, del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de la Obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la Obra principal.

En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación

de obras no eximirá al contratista a ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

5.3.7 Seguro de incendios.

Queda obligado el contratista a asegurar las obras contra incendios, siendo el único responsable ante cualquier infortunio que pueda ocurrir. En caso de que ocurra algún siniestro, se volverán a contar las cantidades que se entreguen al contratista a partir de esta cifra en sucesivas liquidaciones parciales.

5.3.8 Plazo de ejecución de las obras.

El contratista deberá dar comienzo a las Obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo, intervalo en el que se habrá firmado Acta de Replanteo, comenzando el plazo al día siguiente.

Las Obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en el Contrato. No se considerará motivo de demora de las Obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales, ni los cambios por la Dirección Facultativa.

5.3.9 Sanciones por retraso de las obras.

Si el contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las Obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente del contrato, la Propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del Contrato privado entre Propiedad y Contrata.

5.3.10 Cesión de traspaso.

El contratista no podrá traspasar sus derechos a otra persona sin el consentimiento del propietario y de acuerdo con la Dirección de Obra, bastando su retirada de la obra, cualquiera que sean las causas que lo motiven, para la rescisión del contrato.

5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra.

El contratista deberá someterse a sus decisiones, ejecutando sin demora las órdenes que de ella reciba. Podrá reconocer las obras siempre que lo estime necesario, por lo cual se le facilitará el libre acceso a todos los puntos de la misma.

5.3.12 Documentación complementaria.

El presente Pliego estará complementado por las condiciones económicas que puedan fijarse en las condiciones del concurso, bases de ejecución de las obras o en el contrato de escritura. Las condiciones de este pliego serán preceptivas en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa por los anuncios, bases, contrato o escritura antes citada.

5.3.13 Liquidaciones parciales.

Los pagos de la obra se ejecutarán en virtud de las especificaciones exigidas por la Dirección Técnica, las cuales se presentarán por triplicado. El pago de las cuentas derivadas de las liquidaciones parciales tendrán carácter provisional y a buena cuenta, quedando sujeta a las certificaciones y variaciones que produjeran la liquidación y consiguiente cuenta final. Estas liquidaciones serán sin incluir los materiales acopiados, dejando un tanto por ciento de garantía para responder del cumplimiento del contrato, realizándolo mensualmente.

5.3.14 Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y en el plazo de los 15 días siguientes a la petición del contratista, se reconocerán por la Dirección Técnica y, de hallarse ejecutadas de

acuerdo por el contrato se procederá a recibirlas provisionalmente, extendiéndose el acta correspondiente que suscribirá el contratista, el propietario y la Dirección Técnica.

El acta será firmada por la Dirección Técnica y por el representante del contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

De no hallarse las obras realizadas según el contrato se hará constar así en acta y se dará al contratista las precisas y detalladas para remediar los defectos observados y fijándose un plazo de ejecución. Las obras de reparación serán por cuenta del contratista. Expirado dicho plazo se procederá de nuevo al reconocimiento de la obra de reparación y una vez subsanados los defectos, se procederá a la recepción provisional. Si el contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato, con la pérdida de la fianza.

5.3.15 Plazo de garantía de las obras.

A partir de la fecha en que las obras se reciban provisionalmente, se contará el plazo de garantía que será de un periodo de dos (2) años.

Durante este periodo el contratista queda obligado a reparar por su cuenta todos los desperfectos o defectos que se encontraran y fueran debidos a construcción defectuosa o mala calidad de los materiales.

Para responder de esta obligación quedará retenido por el propietario el 10% de la contrata citada en el artículo anterior. La responsabilidad que se exige al contratista mediante este artículo, no exime de las que se establecen en las Leyes Generales.

5.3.16 Recepción definitiva.

Una vez concluido el plazo de garantía, se reconocerán de nuevo las obras y, de hallarse en buen estado, se recibirán definitivamente con las formalidades de la recepción provisional. Si en el reconocimiento se observasen defectos en la construcción (no están en condiciones de ser recibidas), el contratista ejecutará las que la Dirección Técnica considere necesarias, a fin de dejarlas con arreglo al

contrato, verificándose éstas con cargo a las fianzas, en caso de no aceptar el contratista a subsanar los defectos que se le hubieran ordenado o en caso de retrasarse en su ejecución.

Concluidas las obras ordenadas por la Dirección Técnica, se procederá a la recepción definitiva de la misma, alzando la responsabilidad al contratista y entregándole la cantidad que ha servido de garantía, o lo que reste de ella, si hubo necesidad de realizar obras con cargo a la misma.

5.3.17 Libro de órdenes.

El Director Técnico llevará un “Libro de órdenes” en el que se anotarán las órdenes que dicte al contratista. Dichas órdenes serán firmadas por ambas partes, quedando la matriz en el libro y entregando la copia al contratista. No obstante el Director de la Obra podrá dar órdenes verbales, que serán igualmente de obligado cumplimiento si el contratista no exige que le sean dictadas por escrito.

A estos efectos existirá en las oficinas de las Obras, un Libro de órdenes en el que quedarán escritas, por parte de la Dirección Facultativa, todas las órdenes que se precisen para la buena ejecución de los trabajos. El cumplimiento de estas órdenes expresadas en el libro citado, es tan obligatorio para la empresa instaladora como las que figuran en el Contrato.

5.3.18 Datos de la Obra.

Se entregará al contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos datos necesite para la compleja ejecución de la Obra.

El contratista podrá tomar copia o sacar nota, a su costa, de todos los documentos del Proyecto, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al Director Técnico después de su utilización.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de 2 meses, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la Obra terminada, entregando al Director Técnico dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del contratista alteraciones, correcciones, comisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa y por escrito del Director Técnico.

5.3.19 Trabajos no previstos.

Cuando el Director de Obra juzgue necesario ejecutar Obras no previstas o modificar el origen de los materiales indicados en el Contrato, se fijarán los precios contradictorios correspondientes, teniendo en cuenta los del Contrato, o por asimilación, los de las Obras semejantes, pero siempre basándolos en las mismas condiciones económicas que las del Contrato.

A falta de mutuo acuerdo, y en espera de la solución de las discrepancias se liquidará provisionalmente al adjudicatario sobre la base de los precios fijados por el Director de Obra.

En caso de que las Obras no previstas sean por un valor superior al 20 % del Presupuesto, la Contrata puede rechazar hacerlos.

5.3.20 Facilidades para la inspección.

El contratista proporcionará al Ingeniero Técnico Director o a subalternos o delegados toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las parte de la obra e incluso a talleres y fábricas donde se produzcan o realicen los trabajos para las obras.

5.3.21 Certificados y documentación.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.

- Proyecto, suscrito por Técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto por parte de la empresa homologada.
- Certificado de dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público.

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas ubicadas de las obra.

Será responsable el contratista, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, comisiones o negligencia del personal a su cargo o de una deficiente organización de obras.

El contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras y deberá dar cuenta inmediata de los hallazgos al Director y colocarlos bajo su custodia, estando obligado a solicitar de los organismos y empresas existentes en la ciudad, la información referente a las instalaciones subterráneas que pudieran ser dañadas por las obras.

También estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley de Contrato de Trabajo, en las Reglamentaciones de Trabajo y Disposiciones Reguladoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista.

El contratista podrá reclamar, a sus expensas, pero dentro de las oficinas de Ingeniero Técnico Director, sacar copias de los documentos del proyecto, cuyos originales le serán facilitados por el Ingeniero Técnico, el cual autorizará con su firma las copias, si así conviniese al contratista.

5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento.

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- LOSEN (Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Español).
- Real Decreto 872/1982 sobre Tramitación de expedientes de solicitud de beneficios fiscales, financieros y económicos.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como sus respectivas Instrucciones Técnicas Complementarias (MIERAT).
- Normativa de contratos de suministro de Energía Eléctrica.

5.3.25 Seguridad en el trabajo.

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado anterior de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas a reducir los

riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si se estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que no son corregibles.

La Dirección Técnica de obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente reconocida.

5.3.26 Seguridad pública.

El contratista tomará las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo suyas las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá una póliza de seguros que lo proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno u otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

5.3.27 Rescisión del contrato.

El contratista no podrá rescindir el contrato, sino es por causa debidamente justificada, no pudiendo alegar ignorancia sobre precios, o alzas que se pudieran producir durante el curso de las obras. Puede, en cambio, prever estas alzas y adelantar al propietario las cantidades que de acuerdo con la Dirección de Obra se consideren, para el acopio de materiales que depositará el contratista para uso exclusivo de la obra.

El propietario podrá, por su parte, exigir la rescisión del contrato cuando considere y compruebe que el contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra no cumple debidamente lo estipulado, por incumplimiento de los plazos acordados o por cualquier otra causa imputable al contratista. En este caso se procederá a la tasación y abono al contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra, deduciendo de su valor el 20% en concepto de indemnización para resarcir de daños y

perjuicios al propietario. La tasación la verificará el Ingenio Técnico Industrial Director, y será inapelable. También puede el Ingeniero Técnico Director de la obra optar porque se incluyan los materiales acopiados que le resulten convenientes. Si el saldo de la liquidación efectuada resultase así negativo, responderán el primer término la fianza y después la maquinaria y medios auxiliares propiedad del contratista, quien en todo caso se compromete a saldar diferencias, si estas existiesen.

5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

5.4.1 Objeto.

Este Pliego de Condiciones Técnicas determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las Obras de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto.

5.4.2 Campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones Técnicas se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de las Obras a realizar en la nave industrial dedicada a taller mecánico.

5.4.3 Condiciones generales.

5.4.3.1 Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente Obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

5.4.3.2 Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá

ser adoptado por la Dirección de las Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

5.4.3.3 Materiales no consignados en el Proyecto.

Los materiales no consignados en Proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución.

Todos los trabajos, incluidos en el presente Proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender Proyectos adicionales.

5.4.4 Normas.

5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales.

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos integrados en los circuitos de las instalaciones eléctricas deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas, como son:

- Normas UNE.
- Normas NTE.
- Normas DIN.
- Normas establecidas por el Ministerio de Industria y Energía.
- Normas técnico-prácticas de la Compañía Suministradora de Energía.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Por parte del contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad.

El contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas, siendo estas condiciones independientes con respecto al nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad.

Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la Obra, corriendo el Instalador Electricista con todos los gastos que ello ocasionase. En el supuesto de que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la Dirección Facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la Dirección Facultativa y sin que el Instalador Electricista pueda plantear reclamación alguna.

5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación.

Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas importantes de las instalaciones eléctricas de más de 1 kV, deberán estar señalizados con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones.

El instalador electricista entregará un manual de instalaciones para el perfecto funcionamiento del cuadro general de distribución así como de cada uno de los cuadros secundarios, en el que se especifique el uso de cada uno de los dispositivos que en dicho cuadro se han instalado.

Los propietarios de las instalaciones deberán presentar, antes de su puesta en marcha, un Contrato, suscrito con persona física o jurídica competente, en el que estas se hagan responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento.

5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra.

5.4.5.1 Centro de transformación.

El centro de transformación objeto de este proyecto será propiedad de la compañía suministradora y estará en las cercanías de la nave dentro del propio polígono industrial, por lo que no procede hacer un examen exhaustivo en este proyecto. Sin embargo podríamos recalcar las siguientes normas generales.

5.4.5.1.1 Obra civil.

Las envolventes empleadas en la ejecución cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

5.4.5.1.2 Aparamenta de Media Tensión.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las

zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

5.4.5.1.3 Transformadores de potencia.

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características propias del polígono y compañía suministradora.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

5.4.5.1.4 Equipos de medida.

Incorporará los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de

abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

- Puesta en servicio:

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado. Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparatura de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas. Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal. Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario. Las celdas tipo CGMcosmos de Ormazabal, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparatura interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

5.4.5.1.5 Normas de ejecución de las instalaciones.

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplirán las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

5.4.5.1.6 Pruebas reglamentarias.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

5.4.5.1.7 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

5.4.5.1.8 Certificados y documentación.

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos

competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.4.5.1.9 Libro de órdenes.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

5.4.5.2 Instalación de baja tensión.

5.4.5.2.1 Línea eléctrica de baja tensión.

5.4.5.2.1.1 Trazado.

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible y, a poder ser, paralelo a referencias fijas como línea en fachada y bordillos.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean

necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Se deberán tener en cuenta los radios de curvatura mínimos para los conductores, a respetar en los cambios de dirección.

5.4.5.2.1.2 Apertura de zanjas.

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la compañía. Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida de 1 m colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la Obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los tubos y cables.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes. El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

5.4.5.2.1.3 Canalizaciones.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.

- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.

Se debe evitar la posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

5.4.5.2.1.4 Cable entubado.

Por lo general deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización, utilizándose principalmente en:

- Canalización por calzada, cruces de vías públicas, privadas o paso de carruajes.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.

En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo tubular de 2 m.

Los tubos serán de polietileno (PE) de alta densidad de color rojo y 250 mm (160 mm en MT) de diámetro. Esta canalización irá acompañada de los correspondientes tubos verdes de 110mm de diámetro para alojar los cables de comunicaciones, los cuales estarán situados por encima de los anteriores.

En los cruzamientos, los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido y las uniones llevadas a cabo mediante los correspondientes manguitos.

Para hacer frente a los movimientos derivados de los ciclos térmicos del cable, es conveniente inmovilizarlo dentro de los tubos mediante la inyección de unas mezclas o

aglomerados especiales que, cumpliendo esta misión, puedan eliminarse, en caso necesario, con chorro de agua ligera a presión.

No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra con las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95 %.

Al construir la canalización con tubos se dejará una guía en su interior que facilite posteriormente el tendido de los mismos.

5.4.5.2.1.5 Arquetas.

Deberá limitarse al máximo su uso, siendo necesaria una justificación de su inexcusable necesidad en el Proyecto.

Cuando se construyan arquetas, en los cambios de dirección, sus dimensiones serán las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura. Las arquetas serán registrables y, deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Estas arquetas permitirán la presencia de personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se

colocarán tan elevados respecto al tubo como lo permita el diámetro del cable, a fin de evitar al máximo el rozamiento contra él.

Las arquetas abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en una arqueta recién abierta, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abierta, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.

5.4.5.2.1.6 Paralelismos.

- **Alta tensión.**

Los cables de baja tensión se podrán colocar paralelos a cables de alta tensión, siempre que entre ellos haya una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se instalará uno de ellos bajo tubo.

- **Baja tensión.**

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de baja tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se colocará una de ellas bajo tubo.

- **Cables de telecomunicaciones.**

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicaciones subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicaciones como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm. Cuando esta distancia no pueda alcanzarse, deberá instalarse la línea de baja tensión en el interior de tubos con una resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con las compañías de telecomunicaciones. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicaciones o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.

▪ **Agua, vapor, etc.**

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,20 m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de tubos de resistencia mecánica apropiada.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas, la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm.
- 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

▪ **Gas.**

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos, siendo las distancias mínimas de 0,20 m.

5.4.5.2.1.7 Cruzamientos con otros servicios.

▪ **Alta tensión.**

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. En caso de no poder conseguir esta distancia, se separarán los cables de baja tensión de los de alta tensión por medio de tubos incombustibles de adecuada resistencia.

▪ **Baja tensión.**

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de baja tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se instalará una de las líneas mediante tubos incombustibles de adecuada resistencia.

▪ **Con cables de telecomunicaciones.**

En los cruzamientos con cables de telecomunicaciones, los cables de energía eléctrica se colocarán en tubos o conductos de resistencia mecánica apropiada, a una distancia mínima de la canalización de telecomunicaciones de 20 cm. En todo caso,

cuando el cruzamiento sea con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo por la empresa de telecomunicaciones.

- **Agua, vapor, etc.**

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,20 m. Si no fuese posible conseguir esa distancia se instalará el cable de baja tensión en tubos de adecuada resistencia.

- **Gas.**

La mínima distancia en los cruces con canalizaciones de gas será de 20 cm.

El cruce del cable eléctrico no se realizará sobre la proyección vertical de las juntas de la canalización de gas.

5.4.5.2.1.8 Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina. Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos, también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a $\frac{1}{4}$. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada. Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos. En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible, debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

5.4.5.2.1.9 Tendido de cables.

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida de cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación. Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y, una vez instalado, de 10 veces el diámetro exterior del cable. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales.

Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la

zanja en el cambio de sentido, siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección. Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará a desenrollar el cable fuera de zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas, electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tira-cables a la que se puede unir una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable hará que se produzcan en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, éste se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que puedan producirse en el tendido la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenado las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento.

El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de unos 10 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En el caso de instalación entubada, esta distancia podrá reducirse a 5 cm.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 20cm de arena fina y la protección de PVC. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originado un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los

mantenga unidos. Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripulares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

5.4.5.2.1.10 Protección mecánica.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC RU.0206 a lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

5.4.5.2.1.11 Señalización.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,10 m por encima del tubo o placa protectora.

Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos. Estas cintas estarán de acuerdo con lo especificado de la Norma UEFE 1.4.02.02.

5.4.5.2.1.12 Identificación.

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

5.4.5.2.1.13 Cierre de zanjas.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%, procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma debe tenerse en cuenta

que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

5.4.5.2.1.14 Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc. En general, se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

5.4.5.2.1.15 Montajes diversos.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

5.4.5.2.1.16 Reparación de las averías de cables subterráneos.

En el caso de una avería en un manguito de empalme, la reparación puede consistir simplemente en rehacer el manguito. Sobre el plano del cable, el manguito se señalará como manguito defectuoso.

Si el cable ha sido averiado, hay que cortarlo a una distancia suficiente para tener la seguridad de encontrar la avería. Se colocará un tramo de cable sano y se conectará entre dos manguitos de empalme. En el plano del cable, estos manguitos deben señalarse como manguitos de defecto.

En el caso de cables instalados en terrenos muy húmedos hay que tomar algunas precauciones para efectuar la reparación. Se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar que la humedad penetre en los manguitos durante el curso del montaje.

Deberán tenerse en cuenta las instrucciones siguientes:

- No abrir los manguitos de empalme sin necesidad absoluta.
- No cerrar un manguito de empalme antes de estar reconstituidos totalmente los aislamientos.
- Tener en cuenta que el principal enemigo de los manguitos de empalme es la humedad.
- No comenzar los trabajos sobre un cable antes de tener la completa seguridad de que está aislado de cualquier fuente de alimentación.
- Hacer la lista de material necesario para la reparación ya que sobre obra no se encontraría este material.
- No buscar un defecto con ideas preconcebidas de su emplazamiento, sino efectuando las medidas de localización sin dejarse sugerir.
- Tener siempre al día los planos de cables.

5.4.5.2.1.17 Puesta a tierra.

El conductor neutro se conectará a tierra en el centro de transformación, así como en otros puntos de la red, de un modo eficaz, de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión y el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

5.4.5.2.1.18 Materiales.

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

5.4.5.2.1.19 Recepción de obra.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra. En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas a tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes. El Director de Obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

5.4.5.2.2 Apertura de rozas.

Previamente a la apertura de las rozas las mismas deberán haber sido marcadas convenientemente, indicándose el número de tubos o anchura de las mismas, el trazado completo y la posición exacta de las cajas de derivación y de mecanismos. Para el marcado de las cajas se utilizará una plantilla apropiada, de forma que queden todas a la misma altura, en cada caso, y a la misma distancia de los marcos de las puertas, no se permitirán cajas desniveladas.

Las rozas se abrirán manualmente o con la ayuda de máquina procurando causar el mínimo desperfecto posible a los paramentos, y en ningún caso afectando a más de un tabique de los elementos cerámicos.

En las bovedillas, y cuando sea posible en los ladrillos, los tubos se introducirán por sus propios huecos, rompiéndose únicamente para la entrada y para la salida de

los mismos. De ninguna manera se realizarán rozas o corte sobre los elementos estructurales o sobre las capas de compresión de los forjados. Cuando se prevea la necesidad de atravesar estructuras con canalizaciones se colocarán pasamuros adecuados, constituidos por tubos de acero de suficiente diámetro.

Una vez alojados los tubos y cajas en las rozas se recibirán con el mismo material a ser empleado en el enfoscado, para evitar que posteriormente aparezcan grietas, procurando fijarlos convenientemente. Especial atención se pondrá al recibido de las cajas, nivelándolas y aplomándolas teniendo en cuenta el espesor del revestimiento de paramento, para que luego queden enrasadas con él.

Cuando sea preciso pasar algún tubo por el suelo, se recibirá el mismo sobre la capa de compresión mediante un puente de mortero de cemento con altura tal que quede en el espesor de la capa nivelante del piso.

5.4.5.2.3 Conductores.

De forma general los conductores a emplear en la instalación serán de cobre. Los conductores serán aislados, salvo casos de conductores de toma de tierra y excepciones referidas en el proyecto, cumpliendo con lo especificado en la norma UNE-21022 "Conductores de cables aislados". En general tendrán la clasificación de no propagadores de la llama.

El aislamiento de los conductores podrá ser termoplástico o termoestable, conforme se indique; para el caso de los de tensiones de 0,6/1 kV, la sección mínima a utilizar será de 1,5mm². En ningún caso se permitirán cambios en las secciones proyectadas, a no ser con la autorización escrita de la Dirección Técnica de Obra.

Los conductores se colocarán en tramos enteros desde el interruptor, cuadro o caja hasta el receptor, no estando autorizados empalmes ni cambios de secciones intermedios. Los conductores se dispondrán de forma que las curvas lo sean con radios amplios, siempre mayores a 10 veces el diámetro del mismo, evitando además que se formen cocas o que se deteriore el aislamiento.

En atmósferas o condiciones especiales se utilizarán los conductores que específicamente se detallen en el proyecto. Los conductores a emplear serán de

fabricantes de reconocida solvencia técnica. Cuando exista duda sobre la calidad, el Director Técnico de Obra podrá solicitar los correspondientes certificados de homologación y sujeción a normas.

5.4.5.2.4 Canalizaciones.

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m.
- El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos

no se emplea.

– Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o neutro.

A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- Pantallas de protección calorífica.
- Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
- Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos .nocivos que se puedan producir.
- Modificación del material aislante a emplear.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

– Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

– Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

– En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

– Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños metálicos.

– En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

También se deberán tener en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubierto por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar cubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la Obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50cm como máximo, de suelos o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

5.4.5.2.5 Cajas de registro.

Las cajas de registro mantendrán el mismo grado de protección exigible a la canalización a que pertenezcan. Sus dimensiones serán las suficientes para permitir la conexión de los tubos que a ellas acometan y para realizar con orden y comodidad las conexiones necesarias. En general serán de dimensión mínima de 80mm de diámetro o de lado por 40mm de profundidad.

Se instalarán perfectamente niveladas y en lugares que no presenten problemas para su posterior manipulación. Su fijación a los paramentos se llevará a cabo de manera que no se modifique su grado de estanqueidad.

Las cajas destinadas a instalaciones empotradas serán de materiales aislantes autoextinguibles dotadas de tapas blancas lisas con cierre mediante tornillos. Vendrán

semitroqueladas y serán resistentes a las deformaciones para evitar que se arqueen sus paredes al recibirlas.

Las cajas aislantes para montaje en superficie serán de PVC o material similar, con protección contra los efectos de la intemperie (principalmente de radiación ultravioleta) cuando vayan a ser instaladas en el exterior. En general mantendrán el mismo grado de protección global exigido a la canalización, con un mínimo IP-443.

Para mayores estanqueidades se hará uso de cajas ciegas, realizando el troquelado necesario, haciendo los empalmes mediante racores o prensaestopas adecuados.

En las canalizaciones de acero, las cajas a utilizar serán de dicho material o fundición de aluminio, en cualquier caso manteniendo el mismo grado de protección global exigible a la canalización a la que pertenecen. Estas cajas vendrán con salidas previamente roscadas o en su defecto serán ciegas para su troquelado en obra de acuerdo con las necesidades, para unión de los tubos mediante racores adecuados. En cualquier caso las cajas vendrán con tratamiento contra la corrosión, acorde con la agresividad de la atmósfera en la que vayan a estar situadas.

Las cajas para mecanismos serán las adecuadas a cada tipo de los mismos, manteniendo el grado de protección exigible a la canalización. Las destinadas a elementos empotrados serán preferiblemente cuadradas del tipo universal enlazables en sus cuatro caras, dotadas de tornillos inoxidables.

5.4.5.2.6 Bornas.

En los empalmes, conexiones, derivaciones y salidas de cuadros de protección de algún porte, se utilizarán bornas adecuadas a cada situación o finalidad.

Para conexiones en cajas de derivación y pequeñas secciones (hasta 10mm²) se utilizarán regletas de bornas de dos tornillos imperdibles ocultos en envoltorio aislante transparente de polietileno o similar, adecuadas a la sección de los conductores y previstas para un mínimo de 16 A.

Para el mismo caso si bien en secciones de 16mm² o superiores se hará uso de bornas de cabeza hendida o bornas clic, atornillándose las mismas en ambos casos al fondo de la caja.

Para las salidas de cuadros se hará uso de bornas tipo Viking multirrail para una intensidad nominal mínima de 22 A. Otras conexiones especiales o de potencia se llevarán a efecto mediante bornas adecuadas a cada caso. En las conexiones de cobre con aluminio se hará uso siempre de bornas bimetálicas, con impregnación de pasta antioxidante.

5.4.5.2.7 Mecanismos.

Los interruptores, conmutadores, pulsadores, tomas de corriente, señalizadores, bien como las salidas de cables y otros elementos similares serán de la marca y modelo indicado en los presupuestos, siendo necesaria la autorización de la Dirección Técnica de Obra para proceder a su cambio.

Los elementos de accionamiento vendrán previstos como norma general, para una intensidad nominal de 10 A, llevando sistema de ruptura independiente de la acción del operador.

Las tomas de corriente estarán previstas para una intensidad nominal mínima de 16 A en las tomas monofásicas y de 32 A en las trifásicas, a no ser que se especifique lo contrario. Por lo general serán del sistema tipo Schuko, esto es, con toma de tierra por láminas laterales.

5.4.5.2.8 Cuadros y armarios.

Para el alojamiento de los elementos de protección y maniobra se hará uso de cuadros o armarios, optándose por unos u otros en función del grado de protección exigible a la instalación. Los mismos podrán ser aislantes o metálicos, siendo preferibles los primeros y dentro de ellos los de doble aislamiento, pero siempre de materiales autoextinguibles y con tratamiento adecuado al ambiente de instalación.

Cuando se trate de armarios metálicos serán de chapa de acero soldada eléctricamente, con tratamiento adecuado contra la corrosión mediante minios y pinturas epoxi, o similares, pudiendo ser de acero inoxidable.

En los cuadros, los aparatos de protección y maniobra se fijarán sobre carriles omega (DIN) sujetos al propio cuerpo, llevando un chasis protector para remate del conjunto y protección mediante puerta.

Los armarios contarán con placa de montaje, que podrá ser metálica o aislante, sobre la cual se dispondrán los carriles omega (DIN), los propios aparatos o los soportes de los mismos. El acceso a su interior se realizará por medio de una o varias puertas abisagradas que dejen al descubierto, prácticamente, la totalidad de la superficie interior.

En la puerta de los armarios podrán instalarse aparatos de medida o elementos de maniobra o señalización, pero siempre manteniendo el grado de protección exigible a la instalación.

Cuando los armarios vayan montados en superficie la entrada a los mismos de los tubos se realizará mediante racores adecuados. Los cuadros y armarios se instalarán en locales de fácil acceso y libres de impedimentos que dificulten la manipulación en el interior.

5.4.5.2.9 Interruptores automáticos.

Los interruptores automáticos a instalar cumplirán con lo que se especifica en el proyecto en término de intensidad nominal, poder de corte, número de polos y curva de disparo. Salvo indicación en contrario serán magnetotérmicos, es decir con disparo magnético instantáneo para cortocircuito y disparo térmico de diferentes características para protección de sobrecargas.

Estos aparatos serán siempre de corte omnipolar, con rearme y ruptura brusca independiente de la acción del operador. Exteriormente, serán de materiales aislantes con sus bornes protegidos, equivalentes a un IP-2.

En casos especiales podrán utilizarse interruptores dotados únicamente de disparo magnético. En interruptores de intensidades nominales superiores a 80 A, el corte térmico podrá ser regulable.

En general, no se aceptará que en una misma instalación se coloquen interruptores de más de un fabricante.

5.4.5.2.10 Diferenciales.

Los diferenciales a utilizar en la instalación serán los que se especifican en el proyecto, refiriéndose su intensidad nominal, su sensibilidad, número de polos y retardo, en caso de que exista.

Cuando se trate de intensidades superiores a los 63 A, o cuando las circunstancias así lo aconsejen podrán utilizarse transformadores toroidales con relés incorporados o no, actuantes sobre otros interruptores (bloque diferencial tipo VIGI), pudiendo ser de acción instantánea o retardada; en este último caso, cuando se incluyan otros aparatos instantáneos aguas abajo.

En todos los casos los diferenciales llevarán pulsador para prueba de su funcionamiento.

En general no se aceptará en una misma instalación se coloque diferenciales de más de un fabricante.

5.4.5.2.11 Luminarias.

Dada la gran variedad de luminarias existentes en el mercado y considerando que mismo modelos muy semejantes aparentemente pueden presentar considerables y fundamentales diferencias de funcionamiento, calidades y componentes, se opta por no aceptar cambios en tales aparatos a no ser con la aprobación expresa y por escrito de la Dirección Técnica de Obra.

En general las luminarias vendrán equipadas de origen con equipos para alto factor de potencia, cableado y portalámparas.

La posición física de las mismas obedecerá a la situación que se da en los planos o en los cálculos. No se permitirán luminarias mal alineadas o mal aplomadas u otras empotradas que dejen aparecer las partes que deberían quedar ocultas o mismo luminosidades por rendijas o similares.

5.4.5.2.12 Lámparas.

Las lámparas a utilizar en la instalación responderán a lo que se especifique en el proyecto, haciéndose especial hincapié tanto en lo que respecta a sus rendimientos lumínicos y de reproducción cromática, como a las potencias.

Dentro de ello podrán ser utilizadas lámparas de los fabricantes de reconocido prestigio y tradición, no aceptándose marcas de segunda línea.

Todas las lámparas, la mayoría LED, pero en especial las de descarga y halógenas, una vez instaladas se limpiarán con un paño limpio y seco para retirar las huellas que podría producir en ellas manchas indeseables y pérdidas en el rendimiento.

5.4.5.2.13 Equilibrio de fases.

En las instalaciones trifásicas en general y en sus partes componentes se cuidará del debido equilibrio de las fases, procediéndose al mejor reparto posible.

Una vez concluida la instalación, el contratista está obligado a comprobar las intensidades de cada una de las fases para cada parte de la instalación y para su totalidad, procediendo a realizar las correcciones que fueren oportunas de forma que el desequilibrio sea inferior al 10%, salvo en situaciones especiales.

5.4.5.2.14 Resistencia de tierra.

El contratista está obligado a efectuar la medición de la resistencia de la toma de tierra, comunicando el resultado a la Dirección Técnica de Obra, quien podrá solicitar una nueva medición en su presencia.

Caso que la resistencia supere el valor fijado en el proyecto deberán tomarse las medidas oportunas para su mejora o en la imposibilidad de ello, proceder a otras sustitutorias.

5.4.5.2.15 Calidad de la instalación.

La Dirección Técnica de Obra podrá solicitar del contratista que proceda a comprobar niveles de tensión, aislamientos, resistencias de tierra u otros parámetros en diferentes puntos de la instalación.

Asimismo, podrá pedir la comprobación de los niveles de alumbrado y de los factores de uniformidad.

5.4.5.3 Instalación en locales mojados.

5.4.5.3.1 Canalizaciones.

Las canalizaciones utilizadas en locales mojados serán estancas. Se utilizarán para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

5.4.5.3.2 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.

Los conductores tendrán una tensión mínima asignada de 450 / 750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la ITC-BT-21.
- En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán un grado de resistencia a la corrosión 4.

5.4.5.3.3 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes.

Los conductores tendrán una tensión aislada de 450 / 750 V y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie, y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

5.4.5.4 Aparamenta.

Los aparatos de mando y protección y tomas de corriente se instalarán fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

5.4.5.4.1 Dispositivos de protección.

Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

5.4.5.4.2 Aparatos móviles o portátiles.

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad.

5.4.5.4.3 Receptores de alumbrado.

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de clase 0.

5.5 DISPOSICIÓN FINAL.

Si como consecuencia de rescisión o por otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios establecidos en el presupuesto, según desglose, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho presupuesto.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación alguna, basada en la insuficiencia del presupuesto u omisión del coste de los elementos que constituyen los referidos precios.

La firma del contrato para la ejecución de las instalaciones cuyo proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones, presupone la plena aceptación de todas y cada una de las cláusulas de que consta tanto el Pliego de Condiciones Generales como los Pliegos de Condiciones Facultativas y Técnicas.

Ferrol, Septiembre de 2017

El Autor: Jose Manuel Espasandín Pastoriza



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ESTADO DE MEDICIONES

ÍNDICE

6 ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN	3
6.2 CONTRAINCENDIOS.....	14
6.3 SANEAMIENTO	16
6.4 FONTANERÍA	20
6.5 SOLAR TERMICA PARA ACS.....	23
6.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	25

6.1 ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN.

Descripción	
Cable Al flex RZ1 0,6/1kV 1x240 mm ²	
Cables flexibles RZ1 de 1x240 mm ² , compuesto por conductor de clase 2, tensión de servicio 0,6/1 kV, con aislamiento XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50268) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-3), Prysmian AL-AFUMEX 1000v (AS) o equivalente	
Ud.	Medición
m.	20

Descripción	
Retro neumáticos 125CV500-1350 l	
Retroexcavadora sobre neumáticos de 125 CV de potencia con cuchara de 500 a 1350 litros, para una profundidad de excavación entre 5 y 7 metros y altura máxima de descarga 6 m, i/conductor y consumos.	
Ud.	Medición
h.	40

Descripción	
Camión dumper 20tm13m ³ tracc tot	
Camión dumper con caja de 13 m ³ de capacidad de tres ejes y tracción total, i/conductor y consumos.	
Ud.	Medición
h.	20

Ud.	Descripción	Medición
h.	Peón ordinario construcción	10
m ³	Arena silíceo 0-5mm río lvd Arena silíceo de granulometría 0-5 mm, procedente de río, lavada, a pie de obra, i/transporte de 30 km con camión de 14 tm lleno.	8
h.	Pisón vibrante gsln 33x28cm 65kg Pisón vibrante a gasolina de 3 CV con placa base de	2

	33x28 cm y 65 kg de peso	
h.	Oficial 1ª electricista	20

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 3x1,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por un conductor de la sección mencionada en mm² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	732

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 3x2,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por un conductor de la sección mencionada en mm² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	775

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 3x4 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por un conductor de la sección mencionada en mm² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	10

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 3x6 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por un conductor de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	440

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 5x2,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	741

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 5x4 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministradahabitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	5

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 5x6 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección	

mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada

Ud.	Medición
m.	298

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 5x10 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	11

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 5x95 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada	
Ud.	Medición
m.	23

Descripción	
CABLE PRYSMIAN 5x150 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)	
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la	

sección mencionada en mm² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro, marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada

Ud.	Medición
m.	5

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	COFRET G ,11 MODULOS H=600mm
Ud.	3	MULTIFIX COFRET G + SOPORTES
Ud.	3	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS
Ud.	6	C60N "C" 4P 20A
Ud.	6	ID 4/25/30 Clase AC
Ud.	1	C60N "C" 4P 25A
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm
Ud.	1	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm
Ud.	1	2 ESCALAS DE CABLES PARA COFRET G/ GX

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	4	C60N "C" 1P+N 10A
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC
Ud.	2	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	5	C60N "C" 1P+N 10A
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC
Ud.	3	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	8	C60N "C" 1P+N 10A
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	7	C60N "C" 1P+N 10A
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC
Ud.	3	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos
Ud.	9	C60N "C" 1P+N 10A
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A
Ud.	3	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC

Ud.	nº	Descripción
Ud.	2	COFRET G ,23 MODULOS H=1200mm
Ud.	1	PASILLO LATERAL 300 COFRET G H=1200 mm
Ud.	1	4 BARRAS DE COBRE 400A 32x5mm L=1000mm
Ud.	3	SOPORTE DE BARRAS PASILLO LATERAL 300mm
Ud.	1	PANTALLA TRANSPARENTE JUEGO BARRAS L=1500 mm
Ud.	1	40 TORNILLOS M6x16 PARA BARRAS COBRE
Ud.	2	MULTIFIX COFRET G + SOPORTES
Ud.	2	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS
Ud.	1	C60N "C" 4P 25A
Ud.	3	PLACA SOPORTE G NS400/630, INS400/630 VERT.
Ud.	5	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm
Ud.	3	TAPA G NS400/630 MANUAL VERTICAL
Ud.	1	NS400N STR23 SE 4P3R
Ud.	1	NS400N 3P SR
Ud.	1	B. Relés STR43ME F (NS400 a NS630)
Ud.	1	B. Vigi MB 3P 0,03a10A (NS400 a NS630)
Ud.	1	MX 24V CA 50 Hz (NS100/630)
Ud.	1	1 contact auxiliar OF/SD/SDE/SDV (NS80 a NS630)
Ud.	1	POSITION OF1
Ud.	2	APARATO ADAPTADO
Ud.	2	TAPA G/P PLENA 6 MODULOS H=300mm
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 3 MODULOS H=150mm

Ud.	1	TAPA G/P PLENA 4 MODULOS H=200mm
Ud.	1	NS400N 4P SANS DECLENCHEUR TC250A
Ud.	1	B. Relés STR23SE (NS400 a NS630)
Ud.	1	B. Vigi MB 4P 0,03a10A (NS400 a NS630)
Ud.	1	ID 4/25/30 Clase AC
Ud.	1	LOTE ASOCIACION 2 COFRETS (2 PILARES)
Ud.	1	2 TRAVIESAS DE ENSAMBLAJE L=1350mm
Ud.	2	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm
Ud.	2	2 ESCALAS DE CABLES PARA COFRET G/ GX

Ud.	nº	Descripción
Ud.	2	COFRET G ,19 MODULOS H=1000mm
Ud.	1	PASILLO LATERAL 300 COFRET G H=1000 mm
Ud.	1	4 BARRAS DE COBRE 400A 32x5mm L=1000mm
Ud.	3	SOPORTE DE BARRAS PASILLO LATERAL 300mm
Ud.	1	PANTALLA TRANSPARENTE JUEGO BARRAS L=1500 mm
Ud.	1	40 TORNILLOS M6x16 PARA BARRAS COBRE
Ud.	2	MULTIFIX COFRET G + SOPORTES
Ud.	2	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS
Ud.	2	ID 4/63/30 Clase AC
Ud.	1	ID 2/63/30 Clase AC
Ud.	1	ID 4/25/30 Clase AC
Ud.	2	PLACA SOPORTE G NS400/630, INS400/630 VERT.
Ud.	3	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm
Ud.	2	TAPA G NS400/630 MANUAL VERTICAL
Ud.	1	NS400N 4P SANS DECLENCHEUR TC250A
Ud.	1	B. Relés STR23SE (NS400 a NS630)
Ud.	1	B. Vigi MB 4P 0,03a10A (NS400 a NS630)
Ud.	2	APARATO ADAPTADO
Ud.	1	NS400N 3P SR
Ud.	1	B. Relés STR43ME F (NS400 a NS630)
Ud.	1	MX 24V CA 50 Hz (NS100/630)
Ud.	1	1 contact auxiliar OF/SD/SDE/SDV (NS80 a NS630)
Ud.	1	POSITION OF1
Ud.	1	C60N "C" 4P 50A
Ud.	1	C60N "C" 4P 40A
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 40A
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 3 MODULOS H=150mm
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 5 MODULOS H=250mm
Ud.	1	LOTE ASOCIACION 2 COFRETS (2 PILARES)
Ud.	1	2 TRAVIESAS DE ENSAMBLAJE L=1350mm
Ud.	2	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm
Ud.	2	2 ESCALAS DE CABLES PARA COFRET G/ GX

Ud.	nº	Descripción
Ud.	2	COFRET G ,23 MODULOS H=1200mm
Ud.	1	PASILLO LATERAL 300 COFRET G H=1200 mm
Ud.	1	4 BARRAS DE COBRE 250A 20x5mm L=1000mm
Ud.	3	SOPORTE DE BARRAS PASILLO LATERAL 300mm
Ud.	1	PANTALLA TRANSPARENTE JUEGO BARRAS L=1500 mm
Ud.	1	40 TORNILLOS M6x16 PARA BARRAS COBRE
Ud.	11	MULTIFIX COFRET G + SOPORTES
Ud.	11	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS
Ud.	24	C60N "C" 4P 16A
Ud.	7	C60N "B" 4P 32A
Ud.	24	ID 4/25/30 Clase AC
Ud.	7	ID 4/40/30 Clase AC
Ud.	1	NS400N 3P SANS DECLENCHEUR TC250A
Ud.	1	B. Relés STR23SE (NS400 a NS630)
Ud.	1	MX 24V CA 50 Hz (NS100/630)
Ud.	1	1 contact auxiliar OF/SD/SDE/SDV (NS80 a NS630)
Ud.	1	POSITION OF1
Ud.	1	APARATO ADAPTADO
Ud.	1	PLACA SOPORTE G NS400/630, INS400/630 VERT.
Ud.	2	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm
Ud.	1	TAPA G NS400/630 MANUAL VERTICAL
Ud.	1	LOTE ASOCIACION 2 COFRETS (2 PILARES)
Ud.	1	2 TRAVIESAS DE ENSAMBLAJE L=1350mm
Ud.	2	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm
Ud.	2	2 ESCALAS DE CABLES PARA COFRET G/ GX

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos
Ud.	1	C60N "C" 4P 32A
Ud.	6	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	2	C60N "C" 1P+N 25A
Ud.	1	C60N "C" 4P 63A
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC
Ud.	1	ID 4/40/30 Clase AC
Ud.	1	ID 4/25/30 Clase AC
Ud.	1	C60N "C" 4P 16A

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos
Ud.	1	ID 2/40/30 Clase AC
Ud.	1	C60N "C" 4P 16A
Ud.	6	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 20A

Ud.	2	C60N "C" 1P+N 25A
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 32A
Ud.	1	C60N "C" 4P 40A
Ud.	2	ID 2/25/30 Clase AC
Ud.	1	ID 4/25/30 Clase AC

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos
Ud.	7	C60N "C" 1P+N 16A
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 20A
Ud.	1	C60N "C" 4P 25A
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC

Ud.	nº	Descripción
Ud.	1	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos
Ud.	2	C60N "C" 1P+N 32A
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 10A
Ud.	10	C60N "C" 1P+N 6A
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 40A
Ud.	1	ID 2/40/30 Clase AC
Ud.	12	ID 2/25/30 Clase AC

Descripción	
Toma de corriente combinada:	
Caja para tomas de corriente combinada. Incluye 3 tomas monofásicas de 16A tipo schucko y unatoma trifásica tipo cetac.Tipo SIMON 17911-35 o equivalente, totalmente instalada.	
Ud.	Medición
Ud..	6

Descripción	
Base enchufe emp 2P+T 16A est:	
Base de enchufe 10/16A bipolar +T, marca BTICINO, serie LIGHT, o equivalente, certificado calidad AENOR, según UNE 20315:1994; instalación empotrada en caja PVC universal enlazable, según NTE/IEB-50; i/marco/placa embellecedor, apertura de rozas, prefijado y conexión.	
Ud.	Medición
Ud.	54

Ud.	Descripción	Medición
Ud.	SCHNEIDER RECTIMAT 2 110 kVAr 400 ST 5x25 Las baterías Rectimat son equipos de compensación automática que se presentan en cofret o armario, según la potencia del equipo.	1

Descripción	
Philips WT460C L1300 1xLED 23S/840 NB	
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.	
Ud.	Medición
Ud.	48

Descripción	
Philips BBS560 1xLED 355/830 PC-MLO	
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.	
Ud.	Medición
Ud.	17

Descripción	
Philips BBS480 1xLED 3000 M-MLO	
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.	
Ud.	Medición
Ud.	10

Descripción	
Philips High Low Bay BY471P 1xLED 250s/840	
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.	
Ud.	Medición
Ud.	13

Descripción	
Philips BBS464 W60L60 1xLED48/840 AC-MLO.	
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.	
Ud.	Medición
Ud.	17

Descripción	
Legrand 2G7 NT 11W 750	
Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red. Incluye montaje. Destinado a iluminación de emergencia.	
Ud.	Medición
Ud.	61

Descripción	
INTERRUPTOR	
Incluye mecanismo marca marca EUNEA Serie VOLGA 10ª 250V (o equivalente), con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.	
Ud.	Medición
Ud.	18

Descripción	
CONMUTADOR	
Conmutador 2 módulos 10A/250V, marca BTICINO, serie LIGHT, ref. N4003L/2, o equivalente, completo, según UNE-EN 60669-1.	
Ud.	Medición
Ud.	8

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª electricista	60
h.	Oficial 2ª electricista	60
h.	Peón ordinario construcción	60

7.2 SISTEMAS CONTRAINCENDIOS.

Descripción	
PLACA SEÑALIZ.EXTINCIÓN PLAST.	
Placa de señalización de elementos de extinción de incendios de 250x200 mm. en plástico rígido, totalmente colocada..	
Ud.	Medición
Ud.	14

Descripción	
PULSADOR DE ALARMA DE SUPERFICIE	
Pulsador de Alarma Analógico direccionable AE/94-P1 de superficie. Desarrollado y fabricado por AGUILERA ELECTRÓNICA (o equivalente) según Norma EN 54-11.Equipados con módulo direccionable provisto de Microrruptor, led de alarma y autochequeo, sistema de comprobación con llave de rearme, lámina calibrada para que se enclave y no rompa y microprocesador que controle su funcionamiento e informe a la central de Alarma. Instalado en pared y cableado hasta la Central de Detección y Alarma mediante mangera AE/MANG-3RO libre de halógenos, correctamente entubado, incluye parte proporcional de módulo aislador AE/94-AB,caja de derivación AE/94-4D. Totalmente montado, probado y funcionando.	
Ud.	Medición
Ud.	12

Descripción	
PLACA SEÑALIZ.EVACUACIÓN	
Placa de señalización de evacuación y medios móviles de extinción en aluminio luminiscente tamaño 297x210 mm, totalmente colocada.	
Ud.	Medición
Ud.	15

Descripción	
EXTINTOR MANUAL POLVO POLIV.,(21A-113B),6Kg	
Extintor manual de polvo polivalente, de 6Kg de capacidad y eficacia 21 A 113 B colocado sobre pared.	
Ud.	Medición
Ud.	12

Descripción	
BIES EQ.CONTRAINC.(MANGUERA Ø25,30m)	
Equipo de manguera contraincendios formado por: caja metálica con puerta de vidrio; conjunto de alimentación y apoyo compuesto de llave de apertura rápida y manómetro de 0 a 16 Bars manguera semirrígida de 25 mm.de diámetro, con 30 metros de longitud rematada con racores UNE 23400 y lanza fabricada en bronce con las posiciones siguientes: chorro, pulverización y cierre total y letrero "ROMPASE EN CASO DE INCENDIO"; incluso ayuda de albañilería e instalación, totalmente instalado según NTE/IPF-25.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
SIRENA	
Sirena de 100 dB con base de detector integrada contiene una base de detector moldeada en la carcasa de la sirena. Es compatible con sistemas XP95 y Discovery.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Ud.	Descripción	Medición
h.	Peón ordinario construcción	60
h.	Peón ordinario construcción	60

7.3 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN PLUVIALES.

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 250	
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	5

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 200	
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	55

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 160	
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	25

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 125	
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	25

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 110	
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	35

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación interior de diámetro 110	
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	40

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación interior de diámetro 50	
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	20

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación interior de diámetro 40	
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	30

Descripción	
Arqueta ladrillo a pie de bajante 40x40x50cm	
Arqueta a pie de bajante registrable, de 40x40x50 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm.de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15 redondeando ángulos, con codo de PVC de 45°, para evitar el golpe de bajada en la solera, con tapa y marco de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares. Incluye oficial de primera, peón especializado y todos los materiales-materias primas necesarias.	

Ud.	Medición
Ud.	9

Descripción	
Arqueta ladrillo de paso 60x60x80cm	
Arqueta de paso registrable, de 60x60x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm.de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15 redondeando ángulos, con tapa y marco de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares. Incluye oficial de primera, peón especializado y todos los materiales-materias primas necesarias.	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
Arqueta ladrillo de paso 50x50x65cm	
Arqueta de paso registrable, de 50x50x65cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm.de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15 redondeando ángulos, con tapa y marco de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares. Incluye oficial de primera, peón especializado y todos los materiales-materias primas necesarias.	
Ud.	Medición
Ud.	9

Descripción	
Bote sifónico de DN 110x40x50.	
Bote sifónico para aseos o vestuarios, del diámetro nominal especificado, completamente instalado y en funcionamiento.	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
Deposito para recogida de pluviales. Deposito para recogida de pluviales y aprovechamiento para equipos de fontanería, con una capacidad de 20.000 litros. Incluye operaciones para enterrarlo y realizar su correcto conexionado a la red.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Canalón de dimensiones 128-80 Canalón para recogida de pluviales del diámetro nominal expuesto, incluyendo instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m.	100

Descripción	
Tubería de PVC liso para evacuación exterior (bajantes canalón) de diámetro 90 Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera. Instalación y montaje.	
Ud.	Medición
m	56

7.4 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Descripción	
Lavabo estándar de la marca Roca Prisma 80	
Lavabo estándar de la marca Roca Prisma 80. Incluye válvulas de corte, instalación y montaje por fontanero especializado.	
Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
Inodoro estándar de la marca Roca	
Inodoro estándar de la marca Roca. Incluye válvulas de corte, instalación y montaje por fontanero especializado.	
Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
Duchas estándar de la marca Roca Terran	
Duchas estándar (plato con alcachofa) de la marca Roca. Incluye válvulas de corte, instalación y montaje por fontanero especializado.	
Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción	
Unrinario estándar de la marca Roca Site	
Unrinario estándar de la marca Roca. Incluye válvulas de corte, instalación y montaje por fontanero especializado.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
ACOMETIDA DN90 mm. 1 1/2" POLIETIL.	
Acometida a la red general municipal de agua DN90 mm., hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 40 mm. de diámetro nominal de alta densidad, con collarín de toma de P.P., derivación a 1 1/2", codo de latón, enlace recto de polietileno, llave de esfera latón roscar de 1 1/2", i/p.p. de piezas especiales y accesorios, terminada y funcionando. Incluye fontanero de primera, fontanero de	

segunda, accesorios y todos los materiales-materias primas necesarias.

Ud.	Medición
m	1

Descripción	
Tubería polipropileno PN20 16/11,4x2,3	
Tubería de polipropileno PN20 16/11,4x2,3 para fontanería. Incluye accesorios (codos y te's necesarias), así como parte proporcional de accesorios, montaje y puesta en servicio.	
Ud.	Medición
m.	80

Descripción	
Tubería polipropileno PN20 20/14,4x2,8	
Tubería de polipropileno PN20 20/14,4x2,8 para fontanería. Incluye accesorios (codos y te's necesarias), así como parte proporcional de accesorios, montaje y puesta en servicio.	
Ud.	Medición
m.	164

Descripción	
Tubería polipropileno PN20 25/18x3,5	
Tubería de polipropileno PN20 25/18x3,5 para fontanería. Incluye accesorios (codos y te's necesarias), así como parte proporcional de accesorios, montaje y puesta en servicio.	
Ud.	Medición
m.	37

Descripción	
Tubería polipropileno PN20 32/23x4,5	
Tubería de polipropileno PN20 32/23x4,5 para fontanería. Incluye accesorios (codos y te's necesarias), así como parte proporcional de accesorios, montaje y puesta en servicio.	
Ud.	Medición
m.	20

Descripción	
Oficial de 2ª fontanero Mano de obra suplementaria para acabados varios y remates finales.	
Ud.	Medición
Pa.	1

7.5 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE ACS

Descripción	
Panel solar térmico SOLARIA 2.4 AL S8	
Panel solar térmico para instalación en cubierta, con soportación incluida. Superficie total 2,40 m2. Dimensiones: 2200x1090x90. Peso 43 kg. Capacidad de fluido 1,26 litros. Presión máxima de trabajo 8 bar. 4 conexiones hembras de 3/4" con juntas de bronce. Absorbedor de aletas de cobre. Recubrimiento selectivo (Cr-Ni), de alta absorptividad y baja emisividad. Rendimiento óptico 72,96 %; 2,51 W/ m2 K. Carcasa de aluminio anodizado de 1,5 mm. Código de homologación NPS-26307	
Ud.	Medición
Ud.	3

Descripción	
ACUM. EPOXY C/ SERPENTÍN SOLAR 500 l.	
Suministro e instalación de depósito inter-acumulador solar de acero vitrificado de 500 l., con altura 1635 mm., diámetro 700 mm., y con temperatura máxima de 90°. Serpentin solar de 1,83 m2 de superficie de intercambio y temperatura máxima de trabajo de 110°. Protección catódica por ánodo de magnesio. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC y revestido con camisa de plástico. Incluso transporte, montaje, válvulas de corte, retención y seguridad (conducida), pp pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Incluye cuadrilla para instalación, válvulas, purgadores, tapones, vainas con sondas de temperatura, reducciones, termopares y tuberías.	
Ud.	Medición
Pa.	1

Descripción	
VASO EXPANSIÓN ENERGÍA SOLAR 8 l.	
Suministro y colocación de vaso de expansión de 8 l, temperatura máxima 130° C, presión máxima 10 bar, totalmente instalada y funcionando. Partida de fontanero de 1ª incluida.	
Ud.	Medición
Pa.	1

Descripción	
EST. BOMBEO SOLAR WILO STRATOS CON BYPASS DN25 5 m.c.a	
Suministro y colocación de grupo de bombeo solar de dos ramales, incluso bomba de circulación de conexión DN25 y altura manométrica 5 m, válvula de equilibrado incorporando caudalímetro, válvulas de cierre multifunción con válvula de retención y	

con termómetro de 0-120° C. Incluye además: una válvula de seguridad, una válvula de llenado-vaciado y manómetro. Acoplamiento y tubo flexible con soporte a pared para conectar vaso de expansión. Se suministra con caja de aislante polipropileno expandido con cierre a presión. Totalmente instalado y funcionando.

Ud.	Medición
Pa.	2

Descripción	
PURGADOR AUTOMÁTICO ENERGÍA SOLAR	
Suministro y colocación de purgador automático de energía solar, de latón fundido, para temperaturas hasta 150° C; colocada mediante unión roscada, incluso llave de corte de 1/2", totalmente instalado y funcionando. Incluye oficial de 1ª fontanero calefactor.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
TUBERÍA DE COBRE D=20-22 mm.	
Tubería de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro nominal, en instalaciones para agua fría y caliente, con uniones realizadas mediante soldadura fuerte con un mínimo de 20% plata, con p.p. de piezas especiales de cobre y prueba de estanqueidad, instalada y funcionando, según normativa vigente. s/UNE-EN-1057 y CTE-HS-4.	
Ud.	Medición
Ud.	24

Descripción	
CALDERA DE GAS VAILLANT VGH CON DEPOSITO INTEGRADO 100-200L	
Caldera de gas Vaillant VGH con depósito integrado de entre 100 y 200 litros en combinación con el resto de instalación de ACS.	
Ud.	Medición
Ud.	1

7.6 INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Descripción	
UD. EXTERIOR TOSHIBA MCY-MHP060HT-E	
La unidad exterior TOSHIBA MiNi-VRF 6x1 es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas. El modelo escogido es el de 6HP, con compresor Twin Rotary. Dispone de ventiladores de descarga horizontal (como se ve en la imagen), ideal para su posicionamiento en fachada sobre bancada (como se observa en los planos de alzado de este proyecto). El número máximo de unidades interiores es de 6, por lo que es ideal para la instalación objeto de nuestro proyecto, dado que se instalarán 4	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
UD. INTERIOR CASSETTE TOSHIBA AP0244HP1-E	
La unidad interior tipo cassette de 4 vías 90x90 TOSHIBA AP0244HP1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
UD. INTERIOR CASSETTE TOSHIBA AP0184MH1-E	
La unidad interior tipo cassette de 4 vías 60x60 TOSHIBA AP0184MH1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
UD. INTERIOR CASSETTE TOSHIBA AP0094MH1-E	
La unidad interior tipo cassette de 4 vías 60x60 TOSHIBA AP0184MH1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
MANDO INTEGRADO EN PARED CON PROGRAMACIÓN SEMANAL	
La unidad de mando Toshiba RCB-AMS54-ES con programación semanal. Control individual TOSHIBA modelo RBC-AMS54-ES para cada sala, con programación semanal, pantalla LCD, opciones de ahorro de energía y ajustes temporizados	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
COLECTOR PARA TUBERIAS FRIGORÍFICAS	
Colector para distribución de tuberías frigoríficas, TOSHIBA RBM-HY2043E	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
CAJA DE VENTILACIÓN PARA VESTUARIOS	
Caja de ventilación para vestuarios de la marca S&P modelo TD SILENT ECOWATT. Ventilador Soler&Palau modelo TD-SILENT ECOWATT 500/160-10. Este ventilador helicocentrífugo de bajo perfil es extremadamente silencioso (ideal para falsos techos), fabricados en material plástico y aislamiento interior fonoabsorbente, cuerpo-motor desmontable sin necesidad de tocar el conducto en caso de avería. Velocidad regulable 100%, reduciendo el consumo hasta un 70% con el funcionamiento al 50%.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
CAJA DE VENTILACIÓN PARA IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN EN OFICINAS	
Caja de ventilación para renovación de aire en oficinas de la marca S&P modelo CAB ECOWATT S&P 200-8. Caja de ventilación estanca (ideal para falsos techos y lugares húmedos, tales como vestuarios), de bajo nivel sonoro, fabricadas en chapa de acero galvanizado, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 50mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F8/G4 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
FILTRO G6/F8 PARA CAJA DE VENTILACIÓN IMPULSIÓN	
Filtro para caja de ventilación de impulsión en cumplimiento del RITE.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
VENTILADOR HELICOCENTRIFUGO PARA ASEOS.	
Ventilador Soler&Palau modelo TD-SILENT 160/100-10. Este ventilador helicocentrífugo de bajo perfil es extremadamente silencioso (ideal para falsos techos), fabricados en material plástico y aislamiento interior fonoabsorbente, cuerpo-motor desmontable sin necesidad de tocar el conducto en caso de avería. Con el caudal nominal cubre holgadamente la exigencia de caudal por el DB-HS3 tabla 2.1 (54m ³ /h).	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
CARGA ADICIONAL GAS REFRIGERANTE	
Carga adicional de gas refrigerante R-410A.	
Ud.	Medición
KG	10

Descripción	
TUBERIA DE COBRE 3/4"-3/8"	
Tubería de cobre deshidratada para distribución de refrigerante, del diámetro indicado, incluyendo curvas y accesorios necesarios para la instalación. Aislado con coquilla de espuma elastomérica con clasificación de reacción al fuego mínima BL-s3,d0	
Ud.	Medición
M.	11

Descripción	
TUBERIA DE COBRE 5/8"-3/8"	
Tubería de cobre deshidratada para distribución de refrigerante, del diámetro indicado, incluyendo curvas y accesorios necesarios para la instalación. Aislado con coquilla de espuma elastomérica con clasificación de reacción al fuego mínima BL-s3,d0	

Ud.	Medición
M.	12

Descripción	
TUBERIA DE COBRE 5/8"-1/4" Tubería de cobre deshidratada para distribución de refrigerante, del diámetro indicado, incluyendo curvas y accesorios necesarios para la instalación. Aislado con coquilla de espuma elastomérica con clasificación de reacción al fuego mínima BL-s3,d0	
Ud.	Medición
M.	7

Descripción	
TUBERIA DE COBRE 3/8"-1/4" Tubería de cobre deshidratada para distribución de refrigerante, del diámetro indicado, incluyendo curvas y accesorios necesarios para la instalación. Aislado con coquilla de espuma elastomérica con clasificación de reacción al fuego mínima BL-s3,d0	
Ud.	Medición
M.	30

Descripción	
CONDUCTO RECTANGULAR CLIMAVER PLUS Conducto rectangular para distribución de aire, fabricado con panel rígido de fibra-lana de vidrio acabado con un velo textil, tipo Climaver ISOVER Neto o equivalente, de 25 mm. de espesor, de montaje suspendido, incluso p.p.de juntas con venda, codos y curvas, injertos, accesorios de fijación y liras de soporte, totalmente montado y probada su hermeticidad.	
Ud.	Medición
M2.	15

Descripción	
REJILLA PARA IMPULSIÓN EN OFICINAS MADEL AMT-AN-SP+CM Marca MADEL modelo AMT con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión de aire a lo largo de la oficina. Diferentes medidas.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
REJILLA PARA EXTRACCIÓN EN OFICINAS MADEL DMT-AR-SP+CM	
Marca MADEL modelo DMT con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para retorno de aire a lo largo de la oficina. Diferentes medidas.	
Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción	
REJILLAS EXTRACCIÓN BOCAS BAÑOS MADEL BWC	
Marca MADEL modelo BWC especial para baños, vestuarios o aseos.	
Ud.	Medición
Ud.	14

Descripción	
REJILLAS TAE PARA EXTRACCIÓN E IMPULSIÓN CAJAS VENTILACIÓN	
Marca MADEL (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión y retorno de aire a lo largo las oficinas. Mod. DMT-X en diferentes medidas.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
REJILLAS TAE CIRCULARES MADEL CXT PARA VENT. DE CONDUCTO	
Marca MADEL (especiales vent. helicoidales) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la ventilación de aseos y vestuarios a lo largo las oficinas. Mod. CXT en diferentes medidas.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción			
COMPUERTAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL MADEL SCC-R			
Marca MADEL con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para el control de caudal de aire de entrada a los cassettes a lo largo las oficinas. Mod. SCC-R en diferentes medidas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe

Ud.	4	26,80 €	107,2 €
-----	---	---------	---------

Descripción	
ALQUILER DE MAQUINARIA PARA TRABAJOS DE ELEVACIÓN A FACHADA	
Alquiler de maquinaria de elevación para izar la unidad exteriores a la fachada del edificio.	
Ud.	Medición
Pa	1

Descripción	
HERRAJES Y BANCADAS	
UD. Suministro y montaje de herrajes, bancadas, silemblocks etc.	
Ud.	Medición
Pa	1

Descripción	
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	
Montaje y puesta en marcha de la instalación. Comprobación del correcto funcionamiento, toma de parámetros eléctricos y caudales.	
Ud.	Medición
Pa	1

Descripción	
LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN	
P.A. para la legalización de la instalación y trámites administrativos ante el Ministerio de Industria, incluyendo el boletín de climatización, pago de tasas y certificación de instalación. No incluye el estudio acústico certificativo.	
Ud.	Medición
Pa.	1

Descripción	
CAJA DE VENTILACIÓN PARA IMPULSIÓN EN TALLER	
El equipo de ventilación escogido para la impulsión de aire filtrado F6 es de Soler & Palau, modelo CHGT/4-400-6/0,25 de las siguientes características. Esta caja de ventilación helicoidal está capacitada para trabajar inmersa a 400°C durante 2 horas, está fabricada en chapa galvanizada (mismo material que los conductos), de bajo nivel sonoro, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 25mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F6 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
FILTRO F6 PARA CAJA DE VENTILACIÓN IMPULSIÓN	
Filtro para caja de ventilación de impulsión en cumplimiento del RITE.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
CAJA DE VENTILACIÓN PARA EXTRACCIÓN EN TALLER	
El equipo de ventilación escogido para la extracción es de Soler & Palau, modelo CHGT/4-450-6/0,25 de las siguientes características. Esta caja de ventilación helicoidal está capacitada para trabajar inmersa a 400°C durante 2 horas, está fabricada en chapa galvanizada (mismo material que los conductos), de bajo nivel sonoro, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 25mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F6 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
REJILLA PARA EXTRACCIÓN/IMPULSIÓN DE AIRE EN GARAJE	
Marca MADEL modelo SCV (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión y retorno de aire a lo largo del taller. Medidas 300x150.	
Ud.	Medición
Ud.	19

Descripción	
REJILLA PARA EXTRACCIÓN MADEL DMT	
Marca MADEL modelo DMT (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para retorno de aire a lo largo del taller. Medidas 300x200.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
REJILLA PARA IMPULSIÓN MADEL AMT	
Marca MADEL modelo AMT (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión de aire a lo largo del taller. Medidas 300x100.	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
REJILLAS TAE PARA EXTRACCIÓN E IMPULSIÓN CAJAS VENTILACIÓN	
Marca MADEL (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión y retorno de aire a lo largo del taller. Medidas 300x100.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
CONDUCTO RECTANGULAR CHAPA DE ACERO GALVANIZADO	
Conducto rectangular para distribución de aire, fabricado con chapa de acero galvanizado, incluyendo abrazaderas y elementos de sujeción, uniones, codos o te's.	
Ud.	Medición
M2.	35

Descripción	
ALQUILER DE MAQUINARIA PARA TRABAJOS DE ELEVACIÓN A FACHADA	
Alquiler de maquinaria de elevación para izar las unidades de ventilación y cuelgue de conductos en el interior de la nave.	
Ud.	Medición

Pa	1
----	---

Descripción	
HERRAJES Y BANCADAS	
UD. Suministro y montaje de herrajes, bancadas, silemblocks etc.	
Ud.	Medición
Pa	1

Descripción	
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	
Montaje y puesta en marcha de la instalación. Comprobacion del correcto funcionamiento, toma de parametros electricos y caudales.	
Ud.	Medición
Pa	1



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

PRESUPUESTO

ÍNDICE

7 PRESUPUESTO

7.1 ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN	3
7.2 CONTRAINCENDIOS.....	15
7.3 SANEAMIENTO	17
7.4 FONTANERÍA	21
7.5 SOLAR TERMICA PARA ACS.....	24
7.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	26
7.7 RESUMEN PRESUPUESTO	35

7.1 ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN.

Descripción			
<p>Cable Al flex RZ1 0,6/1kV 1x240 mm2</p> <p>Cables flexibles RZ1 de 1x240 mm2, compuesto por conductor de clase 2, tensión de servicio 0,6/1 kV, con aislamiento XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50268) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-3), Prysmian AL-AFUMEX 1000v (AS) o equivalente</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	20	61,80 €	1.236,00 €

Descripción			
<p>Retro neumáticos 125CV500-1350 l</p> <p>Retroexcavadora sobre neumáticos de 125 CV de potencia con cuchara de 500 a 1350 litros, para una profundidad de excavación entre 5 y 7 metros y altura máxima de descarga 6 m, i/conductor y consumos.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h.	40	13,78 €	551,20 €

Descripción			
<p>Camión dumper 20tm13m3 tracc tot</p> <p>Camión dumper con caja de 13 m3 de capacidad de tres ejes y tracción total, i/conductor y consumos.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h.	20	22,72 €	454,40 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Peón ordinario construcción	10	14,26 €	142,60 €
m ³	Arena sílicea 0-5mm rio lvd Arena sílicea de granulometría 0-5 mm, procedente de rio, lavada, a pie de obra, i/transporte de 30 km con camión de 14 tm lleno.	8	4,72 €	37,76 €
h.	Pisón vibrante gsln 33x28cm 65kg	2	13,78 €	27,56 €

	Pisón vibrante a gasolina de 3 CV con placa base de 33x28 cm y 65 kg de peso			
h.	Oficial 1ª electricista	20	15,86 €	317,20 €

Total Importe Acometida	2.766,72 €
--------------------------------	-------------------

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 3x1,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por un conductor de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	732	0,687 €	502,88 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 3x2,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por un conductor de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	775	0,88 €	682,00 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 3x4 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por un conductor de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	10	1,33 €	13,30 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 3x6 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por un conductor de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	440	1,93 €	849,20 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 5x2,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	741	1,44 €	1.067,04 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 5x4 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministradahabitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	5	2,14 €	10,70 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 5x6 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	298	3,34 €	995,32 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 5x10 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	11	5,30 €	58,30 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 5x95 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	23	51,98 €	1.195,54 €

Descripción			
CABLE PRYSMIAN 5x150 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección mencionada. Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de la sección mencionada en mm ² de sección nominal para la fase y otros dos de la misma sección nominal para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor(azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T. Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	5	79,37 €	396,85 €

Total importe cableado	5.771,13 €
-------------------------------	------------

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	COFRET G ,11 MODULOS H=600mm	145,26	145,26
Ud.	3	MULTIFIX COFRET G + SOPORTES	9,04	27,12
Ud.	3	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS	9,41	28,23
Ud.	6	C60N "C" 4P 20A	72,32	433,92
Ud.	6	ID 4/25/30 Clase AC	173,25	1039,5
Ud.	1	C60N "C" 4P 25A	74,99	74,99
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm	8,6	8,6
Ud.	1	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm	19,67	19,67
Ud.	1	2 ESCALAS DE CABLES PARA COFRET G/ GX	18,6	18,6
Total importe CGA				1.795,89 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	60,82	60,82
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	278,85
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	29,46
Ud.	4	C60N "C" 1P+N 10A	28,96	115,84
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A	72,32	72,32
Total importe CSA 1				557,29 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	60,82	60,82
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	278,85
Ud.	2	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	58,92
Ud.	5	C60N "C" 1P+N 10A	28,96	144,8
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A	72,32	72,32

Total importe CSA 2	615,71 €
----------------------------	-----------------

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	60,82	60,82
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	278,85
Ud.	3	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	88,38
Ud.	8	C60N "C" 1P+N 10A	28,96	231,68
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A	72,32	72,32
Total importe CSA 3				732,05 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	60,82	60,82
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	278,85
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	29,46
Ud.	7	C60N "C" 1P+N 10A	28,96	202,72
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A	72,32	72,32
Total importe CSA 4				644,17 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	60,82	60,82
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	278,85
Ud.	3	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	88,38
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A	72,32	72,32
Total importe CSA 5				500,37 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	83,87	83,87
Ud.	9	C60N "C" 1P+N 10A	28,96	260,64
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A	72,32	72,32
Ud.	3	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	88,38
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	278,85
Total importe CS EM				784,06 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	2	COFRET G ,23 MODULOS H=1200mm	220,92	441,84
Ud.	1	PASILLO LATERAL 300 COFRET G H=1200 mm	141,27	141,27
Ud.	1	4 BARRAS DE COBRE 400A 32x5mm L=1000mm	170,43	170,43
Ud.	3	SOPORTE DE BARRAS PASILLO LATERAL 300mm	16,26	48,78
Ud.	1	PANTALLA TRANSPARENTE JUEGO BARRAS L=1500 mm	64,66	64,66
Ud.	1	40 TORNILLOS M6x16 PARA BARRAS COBRE	9,61	9,61
Ud.	2	MULTIFIX COFRET G + SOPORTES	9,04	18,08

Ud.	2	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS	9,41	18,82
Ud.	1	C60N "C" 4P 25A	74,99	74,99
Ud.	3	PLACA SOPORTE G NS400/630, INS400/630 VERT.	23,85	71,55
Ud.	5	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm	8,6	43
Ud.	3	TAPA G NS400/630 MANUAL VERTICAL	16,63	49,89
Ud.	1	NS400N STR23 SE 4P3R	1998,72	1998,72
Ud.	1	NS400N 3P SR	886,5	886,5
Ud.	1	B. Relés STR43ME F (NS400 a NS630)	909,84	909,84
Ud.	1	B. Vigi MB 3P 0,03a10A (NS400 a NS630)	1187,37	1187,37
Ud.	1	MX 24V CA 50 Hz (NS100/630)	68,59	68,59
Ud.	1	1 contact auxiliar OF/SD/SDE/SDV (NS80 a NS630)	38,17	38,17
Ud.	1	POSITION OF1	0	0
Ud.	2	APARATO ADAPTADO	0	0
Ud.	2	TAPA G/P PLENA 6 MODULOS H=300mm	13,33	26,66
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 3 MODULOS H=150mm	8,85	8,85
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 4 MODULOS H=200mm	11,02	11,02
Ud.	1	NS400N 4P SANS DECLENCHEUR TC250A	695,2	695,2
Ud.	1	B. Relés STR23SE (NS400 a NS630)	650,78	650,78
Ud.	1	B. Vigi MB 4P 0,03a10A (NS400 a NS630)	1292,56	1292,56
Ud.	1	ID 4/25/30 Clase AC	173,25	173,25
Ud.	1	LOTE ASOCIACION 2 COFRETS (2 PILARES)	32,96	32,96
Ud.	1	2 TRAVIESAS DE ENSAMBLAJE L=1350mm	38,98	38,98
Ud.	2	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm	19,67	39,34
Ud.	2	2 ESCALAS DE CABLES PARA COFRET G/ GX	18,6	37,2
Total importe CGP				9.248,91 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	2	COFRET G ,19 MODULOS H=1000mm	200,05	400,1
Ud.	1	PASILLO LATERAL 300 COFRET G H=1000 mm	135,76	135,76
Ud.	1	4 BARRAS DE COBRE 400A 32x5mm L=1000mm	170,43	170,43
Ud.	3	SOPORTE DE BARRAS PASILLO LATERAL 300mm	16,26	48,78
Ud.	1	PANTALLA TRANSPARENTE JUEGO BARRAS L=1500 mm	64,66	64,66
Ud.	1	40 TORNILLOS M6x16 PARA BARRAS COBRE	9,61	9,61
Ud.	2	MULTIFIX COFRET G + SOPORTES	9,04	18,08
Ud.	2	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS	9,41	18,82
Ud.	2	ID 4/63/30 Clase AC	390,75	781,5
Ud.	1	ID 2/63/30 Clase AC	237,03	237,03
Ud.	1	ID 4/25/30 Clase AC	173,25	173,25
Ud.	2	PLACA SOPORTE G NS400/630, INS400/630 VERT.	23,85	47,7
Ud.	3	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm	8,6	25,8
Ud.	2	TAPA G NS400/630 MANUAL VERTICAL	16,63	33,26
Ud.	1	NS400N 4P SANS DECLENCHEUR TC250A	695,2	695,2
Ud.	1	B. Relés STR23SE (NS400 a NS630)	650,78	650,78

Ud.	1	B. Vigi MB 4P 0,03a10A (NS400 a NS630)	1292,56	1292,56
Ud.	2	APARATO ADAPTADO	0	0
Ud.	1	NS400N 3P SR	886,5	886,5
Ud.	1	B. Relés STR43ME F (NS400 a NS630)	909,84	909,84
Ud.	1	MX 24V CA 50 Hz (NS100/630)	68,59	68,59
Ud.	1	1 contact auxiliar OF/SD/SDE/SDV (NS80 a NS630)	38,17	38,17
Ud.	1	POSITION OF1	0	0
Ud.	1	C60N "C" 4P 50A	198,36	198,36
Ud.	1	C60N "C" 4P 40A	92,8	92,8
Ud.	1	C60N "C" 4P 20A	72,32	72,32
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 40A	42,49	42,49
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 3 MODULOS H=150mm	8,85	8,85
Ud.	1	TAPA G/P PLENA 5 MODULOS H=250mm	12,02	12,02
Ud.	1	LOTE ASOCIACION 2 COFRETS (2 PILARES)	32,96	32,96
Ud.	1	2 TRAVIESAS DE ENSAMBLAJE L=1350mm	38,98	38,98
Ud.	2	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm	19,67	39,34
Ud.	2	2 ESCALAS DE CABLES PARA COFRET G/ GX	18,6	37,2
Total importe CGF				7.281,74 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	2	COFRET G ,23 MODULOS H=1200mm	220,92	441,84
Ud.	1	PASILLO LATERAL 300 COFRET G H=1200 mm	141,27	141,27
Ud.	1	4 BARRAS DE COBRE 250A 20x5mm L=1000mm	126,54	126,54
Ud.	3	SOPORTE DE BARRAS PASILLO LATERAL 300mm	16,26	48,78
Ud.	1	PANTALLA TRANSPARENTE JUEGO BARRAS L=1500 mm	64,66	64,66
Ud.	1	40 TORNILLOS M6x16 PARA BARRAS COBRE	9,61	9,61
Ud.	11	MULTIFIX COFRET G + SOPORTES	9,04	99,44
Ud.	11	TAPA G/P MULTI9, ALTO 150MM, 3 MÓDULOS	9,41	103,51
Ud.	24	C60N "C" 4P 16A	70,34	1688,16
Ud.	7	C60N "B" 4P 32A	90,26	631,82
Ud.	24	ID 4/25/30 Clase AC	173,25	4158
Ud.	7	ID 4/40/30 Clase AC	180,1	1260,7
Ud.	1	NS400N 3P SANS DECLENCHEUR TC250A	695,2	695,2
Ud.	1	B. Relés STR23SE (NS400 a NS630)	650,78	650,78
Ud.	1	MX 24V CA 50 Hz (NS100/630)	68,59	68,59
Ud.	1	1 contact auxiliar OF/SD/SDE/SDV (NS80 a NS630)	38,17	38,17
Ud.	1	POSITION OF1	0	0
Ud.	1	APARATO ADAPTADO	0	0
Ud.	1	PLACA SOPORTE G NS400/630, INS400/630 VERT.	23,85	23,85
Ud.	2	TAPA G/P PLENA 2 MODULOS H=100mm	8,6	17,2
Ud.	1	TAPA G NS400/630 MANUAL VERTICAL	16,63	16,63
Ud.	1	LOTE ASOCIACION 2 COFRETS (2 PILARES)	32,96	32,96
Ud.	1	2 TRAVIESAS DE ENSAMBLAJE L=1350mm	38,98	38,98
Ud.	2	COLECTOR TIERRA/NEUTRO COFRET G 12x3mm	19,67	39,34
Ud.	2	2 ESCALAS DE CABLES PARA COFRET G/ GX	18,6	37,2

Total importe CSF 1	10.433,23 €
----------------------------	----------------

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	136,55	136,55
Ud.	1	C60N "C" 4P 32A	78,2	78,2
Ud.	6	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	176,76
Ud.	2	C60N "C" 1P+N 25A	30,93	61,86
Ud.	1	C60N "C" 4P 63A	210,43	210,43
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	278,85
Ud.	1	ID 4/40/30 Clase AC	180,1	180,1
Ud.	1	ID 4/25/30 Clase AC	173,25	173,25
Ud.	1	C60N "C" 4P 16A	70,34	70,34
Total importe CSF 2				1.366,34 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	136,55	136,55
Ud.	1	ID 2/40/30 Clase AC	95,74	95,74
Ud.	1	C60N "C" 4P 16A	70,34	70,34
Ud.	6	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	176,76
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 20A	30,37	30,37
Ud.	2	C60N "C" 1P+N 25A	30,93	61,86
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 32A	32,78	32,78
Ud.	1	C60N "C" 4P 40A	92,8	92,8
Ud.	2	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	185,9
Ud.	1	ID 4/25/30 Clase AC	173,25	173,25
Total importe CSF 3				1.056,35 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	136,55	136,55
Ud.	7	C60N "C" 1P+N 16A	29,46	206,22
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 20A	30,37	30,37
Ud.	1	C60N "C" 4P 25A	74,99	74,99
Ud.	3	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	278,85
Total importe CSF 4				726,98 €

Ud.	nº	Descripción	Precio	Importe
Ud.	1	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	136,55	136,55
Ud.	2	C60N "C" 1P+N 32A	32,78	65,56
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 10A	28,96	28,96
Ud.	10	C60N "C" 1P+N 6A	31,53	315,3
Ud.	1	C60N "C" 1P+N 40A	42,49	42,49

Ud.	1	ID 2/40/30 Clase AC	95,74	95,74
Ud.	12	ID 2/25/30 Clase AC	92,95	1115,4
Total importe CS C.V.				1.800,00 €

Descripción			
Toma de corriente combinada:			
Caja para tomas de corriente combinada. Incluye 3 tomas monofásicas de 16A tipo schucko y unatoma trifasica tipo cetac.Tipo SIMON 17911-35 o equivalente, totalmente instalada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud..	6	154,84 €	929,04 €

Descripción			
Base enchufe emp 2P+T 16A est:			
Base de enchufe 10/16A bipolar +T, marca BTICINO, serie LIGHT, o equivalente, certificado calidad AENOR, según UNE 20315:1994; instalación empotrada en caja PVC universal enlazable, según NTE/IEB-50; i/marco/placa embellecedor, apertura de rozas, prefijado y conexión.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	54	18,00 €	972 €

Total importe cuadros eléctricos y bases de fuerza	39.444,13 €
---	--------------------

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	SCHNEIDER RECTIMAT 2 110 kVar 400 ST 5x25 Las baterías Rectimat son equipos de compensación automática que se presentan en cofret o armario, según la potencia del equipo.	1	4.695,00 €	4.695,00 €

Total importe Batería de Condensadores	4.695,00 €
---	-------------------

Descripción			
Philips WT460C L1300 1xLED 23S/840 NB			
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	48	145,63 €	6.990,24 €

Descripción			
Philips BBS560 1xLED 355/830 PC-MLO			
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	17	1.140,00 €	15.960,00 €

Descripción			
Philips BBS480 1xLED 3000 M-MLO			
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	225,00 €	2.250,00 €

Descripción			
Philips High Low Bay BY471P 1xLED 250s/840			
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	13	1.600,00 €	20.800,00 €

Descripción			
Philips BBS464 W60L60 1xLED48/840 AC-MLO.			
Lampara Philips con tecnología LED para la iluminación general en todo tipo de aplicaciones de interior. Solución más eficiente que las tradicionales luminarias con lámparas fluorescentes compactas, consiguiendo un ahorro de hasta el 50%.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	17	760,00 €	12.920,00 €

Descripción			
Legrand 2G7 NT 11W 750			
Cuerpo rectangular con aristas redondeadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara fluorescente que se ilumina si falla el suministro de red. Incluye montaje. Destinado a iluminación de emergencia.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	61	235,00 €	14.335,00 €

Total iluminación general y de emergencia	73.255,24 €
---	--------------------

Descripción			
INTERRUPTOR			
Incluye mecanismo marca EUNEA Serie VOLGA 10ª 250V (o equivalente), con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	18	15 €	270 €

Descripción			
CONMUTADOR			
Conmutador 2 módulos 10A/250V, marca BTICINO, serie LIGHT, ref. N4003L/2, o equivalente, completo, según UNE-EN 60669-1.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	17 €	136 €

Total importe interruptores y conmutadores	406,00 €
--	-----------------

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª electricista	60	61,80 €	3.708,00 €
h.	Oficial 2ª electricista	60	15,86 €	951,6 €
h.	Peón ordinario construcción	60	15,86 €	951,6 €
Total importe mano de obra				5.611,2 €

TOTAL 7.1 ELECTRICIDAD	131.949,32 €
-------------------------------	---------------------

7.2 SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.

Descripción			
PLACA SEÑALIZ.EXTINCIÓN PLAST.			
Placa de señalización de elementos de extinción de incendios de 250x200 mm. en plástico rígido, totalmente colocada..			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	14	7,50 €	105 €

Descripción			
PULSADOR DE ALARMA DE SUPERFICIE			
Pulsador de Alarma Analógico direccionable AE/94-P1 de superficie. Desarrollado y fabricado por AGUILERA ELECTRÓNICA (o equivalente) según Norma EN 54-11. Equipados con módulo direccionable provisto de Microruptor, led de alarma y autochequeo, sistema de comprobación con llave de rearme, lámina calibrada para que se enclave y no rompa y microprocesador que controle su funcionamiento e informe a la central de Alarma. Instalado en pared y cableado hasta la Central de Detección y Alarma mediante manguera AE/MANG-3RO libre de halógenos, correctamente entubado, incluye parte proporcional de módulo aislador AE/94-AB, caja de derivación AE/94-4D. Totalmente montado, probado y funcionando.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	12	85,95 €	300 €

Descripción			
PLACA SEÑALIZ.EVACUACIÓN			
Placa de señalización de evacuación y medios móviles de extinción en aluminio luminiscente tamaño 297x210 mm, totalmente colocada.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	12,20 €	183 €

Descripción			
EXTINTOR MANUAL POLVO POLIV.,(21A-113B),6Kg			
Extintor manual de polvo polivalente, de 6Kg de capacidad y eficacia 21 A 113 B colocado sobre pared.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	12	38,50 €	462,00 €

Descripción			
BIES EQ.CONTRAINC.(MANGUERA Ø25,30m)			
Equipo de manguera contraincendios formado por: caja metálica con puerta de vidrio; conjunto de alimentación y apoyo compuesto de llave de apertura rápida y manómetro de 0 a 16 Bars manguera semirrígida de 25 mm.de diámetro, con 30 metros de longitud rematada con racores UNE 23400 y lanza fabricada en bronce con las posiciones siguientes: chorro, pulverización y cierre total y letrero "ROMPASE EN CASO DE INCENDIO"; incluso ayuda de albañilería e instalación, totalmente instalado según NTE/IPF-25.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	418,78 €	1.675,12 €

Descripción			
SIRENA			
Sirena de 100 dB con base de detector integrada contiene una base de detector moldeada en la carcasa de la sirena. Es compatible con sistemas XP95 y Discovery.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	100 €	200 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Peón ordinario construcción	60	11,50 €	690,00 €
h.	Peón ordinario construcción	60	11,50 €	690,00 €
Total importe mano de obra				1.380,00 €

TOTAL 7.2 CONTRAINCENDIOS			4.305,12 €
----------------------------------	--	--	-------------------

7.3 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO Y EVACUACIÓN PLUVIALES.

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 250			
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	5	24,29 €	121,45 €

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 200			
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	55	21,85 €	1.201,75 €

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 160			
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	25	18,05 €	451,25 €

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 125			
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	25	15,25 €	381,25 €

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación de diámetro 110			
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera, peón escializado, parte proporcional de area, etc. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	35	12,50 €	437,50 €

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación interior de diámetro 110			
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	40	4,95 €	198,00 €

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación interior de diámetro 50			
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	20	1,95 €	39,00 €

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación interior de diámetro 40			
Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	30	1,75 €	52,50 €

Descripción			
Arqueta ladrillo a pie de bajante 40x40x50cm			
Arqueta a pie de bajante registrable, de 40x40x50 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm.de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15 redondeando ángulos, con codo de PVC de 45º, para evitar el golpe de bajada en la solera, con tapa y marco de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares. Incluye oficial de primera, peón especializado y todos los materiales-materias primas necesarias.			

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	84,37 €	759,33 €

Descripción			
Arqueta ladrillo de paso 60x60x80cm			
Arqueta de paso registrable, de 60x60x80 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm.de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15 redondeando ángulos, con tapa y marco de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares. Incluye oficial de primera, peón especializado y todos los materiales-materias primas necesarias.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	143,78 €	718,94 €

Descripción			
Arqueta ladrillo de paso 50x50x65cm			
Arqueta de paso registrable, de 50x50x65cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm.de espesor, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M-15 redondeando ángulos, con tapa y marco de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares. Incluye oficial de primera, peón especializado y todos los materiales-materias primas necesarias.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	100,86 €	907,82 €

Descripción			
Bote sifónico de DN 110x40x50.			
Bote sifónico para aseos o vestuarios, del diámetro nominal especificado, completamente instalado y en funcionamiento.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	15,85 €	79,25 €

Total saneamiento	5.348,04 €
-------------------	-------------------

Descripción			
Deposito para recogida de pluviales. Deposito para recogida de pluviales y aprovechamiento para equipos de fontanería, con una capacidad de 20.000 litros. Incluye operaciones para enterrarlo y realizar su correcto conexionado a la red.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	4.498,00 €	4.498,00 €

Descripción			
Canalón de dimensiones 128-80 Canalón para recogida de pluviales del diámetro nominal expuesto, incluyendo instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	100	25,00 €	2.500,00 €

Descripción			
Tubería de PVC liso para evacuación exterior (bajantes canalón) de diámetro 90 Tubería de PVC lisa para evacuación del diámetro mencionado, incluyendo mano de obra de oficial de primera. Instalación y montaje.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m	56	10,50 €	588,00 €

Total pluviales	7.586,00 €
-----------------	-------------------

TOTAL 7.3 SANEAMIENTO	12.934,00 €
------------------------------	--------------------

7.4 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Descripción			
Lavabo estándar de la marca Roca Prisma 80			
Lavabo estándar de la marca Roca Prisma 80. Incluye válvulas de corte, instalación y montaje por fontanero especializado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	150,25 €	1.202,00 €

Descripción			
Inodoro estándar de la marca Roca			
Inodoro estándar de la marca Roca. Incluye válvulas de corte, instalación y montaje por fontanero especializado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	228,60 €	1.828,80 €

Descripción			
Duchas estándar de la marca Roca Terran			
Duchas estándar (plato con alcachofa) de la marca Roca. Incluye válvulas de corte, instalación y montaje por fontanero especializado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	355,00 €	2.130,00 €

Descripción			
Unrinario estándar de la marca Roca Site			
Unrinario estándar de la marca Roca. Incluye válvulas de corte, instalación y montaje por fontanero especializado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	215,00 €	215,00 €

Descripción			
ACOMETIDA DN90 mm. 1 1/2" POLIETIL.			
Acometida a la red general municipal de agua DN90 mm., hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 40 mm. de diámetro nominal de alta densidad, con collarín de toma de P.P., derivación a 1 1/2", codo de latón, enlace recto de polietileno, llave de esfera latón roscar de 1 1/2", i/p.p. de piezas especiales y accesorios, terminada y funcionando. Incluye fontanero de primera, fontanero de			

segunda, accesorios y todos los materiales-materias primas necesarias.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m	1	120,94	120,94 €

Descripción			
Tubería polipropileno PN20 16/11,4x2,3			
Tubería de polipropileno PN20 16/11,4x2,3 para fontanería. Incluye accesorios (codos y te's necesarias), así como parte proporcional de accesorios, montaje y puesta en servicio.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	80	5,75 €	460,00 €

Descripción			
Tubería polipropileno PN20 20/14,4x2,8			
Tubería de polipropileno PN20 20/14,4x2,8 para fontanería. Incluye accesorios (codos y te's necesarias), así como parte proporcional de accesorios, montaje y puesta en servicio.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	164	7,85 €	1.287,40 €

Descripción			
Tubería polipropileno PN20 25/18x3,5			
Tubería de polipropileno PN20 25/18x3,5 para fontanería. Incluye accesorios (codos y te's necesarias), así como parte proporcional de accesorios, montaje y puesta en servicio.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	37	9,25 €	342,25 €

Descripción			
Tubería polipropileno PN20 32/23x4,5			
Tubería de polipropileno PN20 32/23x4,5 para fontanería. Incluye accesorios (codos y te's necesarias), así como parte proporcional de accesorios, montaje y puesta en servicio.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	20	12,15 €	243,00 €
Descripción			

Oficial de 2ª fontanero

Mano de obra suplementaria para acabados varios y remates finales.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa.	1	300,00 €	300,00 €

TOTAL 7.4 FONTANERÍA	8.129,39 €
-----------------------------	-------------------

7.5 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE ACS

Descripción			
Panel solar térmico SOLARIA 2.4 AL S8			
Panel solar térmico para instalación en cubierta, con soportación incluida. Superficie total 2,40 m2. Dimensiones: 2200x1090x90. Peso 43 kg. Capacidad de fluido 1,26 litros. Presión máxima de trabajo 8 bar. 4 conexiones hembras de 3/4" con juntas de bronce. Absorbedor de aletas de cobre. Recubrimiento selectivo (Cr-Ni), de alta absorptividad y baja emisividad. Rendimiento óptico 72,96 %; 2,51 W/ m2 K. Carcasa de aluminio anodizado de 1,5 mm. Código de homologación NPS-26307			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	725,00 €	2.175,00 €

Descripción			
ACUM. EPOXY C/ SERPENTÍN SOLAR 500 l.			
Suministro e instalación de depósito inter-acumulador solar de acero vitrificado de 500 l., con altura 1635 mm., diámetro 700 mm., y con temperatura máxima de 90°. Serpentin solar de 1,83 m2 de superficie de intercambio y temperatura máxima de trabajo de 110°. Protección catódica por ánodo de magnesio. Aislamiento térmico de espuma de poliuretano libre de CFC y revestido con camisa de plástico. Incluso transporte, montaje, válvulas de corte, retención y seguridad (conducida), pp pruebas de funcionamiento y puesta en marcha. Incluye cuadrilla para instalación, válvulas, purgadores, tapones, vainas con sondas de temperatura, reducciones, termopares y tuberías.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa.	1	2.495,00 €	2.495,00 €

Descripción			
VASO EXPANSIÓN ENERGÍA SOLAR 8 l.			
Suministro y colocación de vaso de expansión de 8 l, temperatura máxima 130° C, presión máxima 10 bar, totalmente instalada y funcionando. Partida de fontanero de 1ª incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa.	1	45,95 €	45,95 €

Descripción			
EST. BOMBEO SOLAR WILO STRATOS CON BYPASS DN25 5 m.c.a			
Suministro y colocación de grupo de bombeo solar de dos ramales, incluso bomba de circulación de conexión DN25 y altura manométrica 5 m, válvula de equilibrado incorporando caudalímetro, válvulas de cierre multifunción con válvula de retención y			

con termómetro de 0-120° C. Incluye además: una válvula de seguridad, una válvula de llenado-vaciado y manómetro. Acoplamiento y tubo flexible con soporte a pared para conectar vaso de expansión. Se suministra con caja de aislante polipropileno expandido con cierre a presión. Totalmente instalado y funcionando.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa.	2	475,85 €	951,70 €

Descripción			
PURGADOR AUTOMÁTICO ENERGÍA SOLAR			
Suministro y colocación de purgador automático de energía solar, de latón fundido, para temperaturas hasta 150° C; colocada mediante unión roscada, incluso llave de corte de 1/2", totalmente instalado y funcionando. Incluye oficial de 1ª fontanero calefactor.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	35,00 €	35,00 €

Descripción			
TUBERÍA DE COBRE D=20-22 mm.			
Tubería de cobre rígido, de 20/22 mm de diámetro nominal, en instalaciones para agua fría y caliente, con uniones realizadas mediante soldadura fuerte con un mínimo de 20% plata, con p.p. de piezas especiales de cobre y prueba de estanqueidad, instalada y funcionando, según normativa vigente. s/UNE-EN-1057 y CTE-HS-4.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	24	10,95 €	262,80 €

Descripción			
CALDERA DE GAS VAILLANT VGH CON DEPOSITO INTEGRADO 100-200L			
Caldera de gas Vaillant VGH con depósito integrado de entre 100 y 200 litros en combinación con el resto de instalación de ACS.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	850,00 €	850,00 €

TOTAL 7.5 SOLAR TÉRMICA PARA ACS			6.078,45 €
---	--	--	-------------------

7.6 INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Descripción			
UD. EXTERIOR TOSHIBA MCY-MHP060HT-E			
La unidad exterior TOSHIBA MiNi-VRF 6x1 es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas. El modelo escogido es el de 6HP, con compresor Twin Rotary. Dispone de ventiladores de descarga horizontal (como se ve en la imagen), ideal para su posicionamiento en fachada sobre bancada (como se observa en los planos de alzado de este proyecto). El número máximo de unidades interiores es de 6, por lo que es ideal para la instalación objeto de nuestro proyecto, dado que se instalarán 4			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	5.900,00 €	5.900,00 €

Descripción			
UD. INTERIOR CASSETTE TOSHIBA AP0244HP1-E			
La unidad interior tipo cassette de 4 vías 90x90 TOSHIBA AP0244HP1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.809,00 €	1.809,00 €

Descripción			
UD. INTERIOR CASSETTE TOSHIBA AP0184MH1-E			
La unidad interior tipo cassette de 4 vías 60x60 TOSHIBA AP0184MH1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.732,00 €	1.732,00 €

Descripción			
UD. INTERIOR CASSETTE TOSHIBA AP0094MH1-E			
La unidad interior tipo cassette de 4 vías 60x60 TOSHIBA AP0184MH1-E es el equipo ideal para aplicaciones de tamaño medio como oficinas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	1.498,00 €	2.996,00 €

Descripción			
MANDO INTEGRADO EN PARED CON PROGRAMACIÓN SEMANAL			
La unidad de mando Toshiba RCB-AMS54-ES con programación semanal. Control individual TOSHIBA modelo RBC-AMS54-ES para cada sala, con programación semanal, pantalla LCD, opciones de ahorro de energía y ajustes temporizados			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	145,00 €	580,00 €

Descripción			
COLECTOR PARA TUBERIAS FRIGORÍFICAS			
Colector para distribución de tuberías frigoríficas, TOSHIBA RBM-HY2043E			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	200,00 €	200,00 €

Descripción			
CAJA DE VENTILACIÓN PARA VESTUARIOS			
Caja de ventilación para vestuarios de la marca S&P modelo TD SILENT ECOWATT. Ventilador Soler&Palau modelo TD-SILENT ECOWATT 500/160-10. Este ventilador helicocentrífugo de bajo perfil es extremadamente silencioso (ideal para falsos techos), fabricados en material plástico y aislamiento interior fonoabsorbente, cuerpo-motor desmontable sin necesidad de tocar el conducto en caso de avería. Velocidad regulable 100%, reduciendo el consumo hasta un 70% con el funcionamiento al 50%.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	332,05 €	664,10 €

Descripción			
CAJA DE VENTILACIÓN PARA IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN EN OFICINAS			
Caja de ventilación para renovación de aire en oficinas de la marca S&P modelo CAB ECOWATT S&P 200-8. Caja de ventilación estanca (ideal para falsos techos y lugares húmedos, tales como vestuarios), de bajo nivel sonoro, fabricadas en chapa de acero galvanizado, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 50mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F8/G4 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	560,46 €	1.120,92 €

Descripción			
FILTRO G6/F8 PARA CAJA DE VENTILACIÓN IMPULSIÓN			
Filtro para caja de ventilación de impulsión en cumplimiento del RITE.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	250,00 €	250,00 €

Descripción			
VENTILADOR HELICOCENTRIFUGO PARA ASEOS.			
Ventilador Soler&Palau modelo TD-SILENT 160/100-10. Este ventilador helicocentrífugo de bajo perfil es extremadamente silencioso (ideal para falsos techos), fabricados en material plástico y aislamiento interior fonoabsorbente, cuerpo-motor desmontable sin necesidad de tocar el conducto en caso de avería. Con el caudal nominal cubre holgadamente la exigencia de caudal por el DB-HS3 tabla 2.1 (54m ³ /h).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	96,05 €	192,10 €

Descripción			
CARGA ADICIONAL GAS REFRIGERANTE			
Carga adicional de gas refrigerante R-410A.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
KG	10	35,00 €	350,00 €

Descripción			
TUBERIA DE COBRE 3/4"-3/8"			
Tubería de cobre deshidratada para distribución de refrigerante, del diámetro indicado, incluyendo curvas y accesorios necesarios para la instalación. Aislado con coquilla de espuma elastomérica con clasificación de reacción al fuego mínima BL-s3,d0			
Ud.	Medición	Precio	Importe
M.	11	26,07 €	286,77 €

Descripción			
TUBERIA DE COBRE 5/8"-3/8"			
Tubería de cobre deshidratada para distribución de refrigerante, del diámetro indicado, incluyendo curvas y accesorios necesarios para la instalación. Aislado con coquilla de espuma elastomérica con clasificación de reacción al fuego mínima BL-s3,d0			

Ud.	Medición	Precio	Importe
M.	12	24,91 €	298,92 €

Descripción			
TUBERIA DE COBRE 5/8"-1/4" Tubería de cobre deshidratada para distribución de refrigerante, del diámetro indicado, incluyendo curvas y accesorios necesarios para la instalación. Aislado con coquilla de espuma elastomérica con clasificación de reacción al fuego mínima BL-s3,d0			
Ud.	Medición	Precio	Importe
M.	7	24,34 €	170,38 €

Descripción			
TUBERIA DE COBRE 3/8"-1/4" Tubería de cobre deshidratada para distribución de refrigerante, del diámetro indicado, incluyendo curvas y accesorios necesarios para la instalación. Aislado con coquilla de espuma elastomérica con clasificación de reacción al fuego mínima BL-s3,d0			
Ud.	Medición	Precio	Importe
M.	30	23,35 €	700,50 €

Descripción			
CONDUCTO RECTANGULAR CLIMAVER PLUS Conducto rectangular para distribución de aire, fabricado con panel rígido de fibra-lana de vidrio acabado con un velo textil, tipo Climaver ISOVER Neto o equivalente, de 25 mm. de espesor, de montaje suspendido, incluso p.p.de juntas con venda, codos y curvas, injertos, accesorios de fijación y liras de soporte, totalmente montado y probada su hermeticidad.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
M2.	15	22,00 €	330,00 €

Descripción			
REJILLA PARA IMPULSIÓN EN OFICINAS MADEL AMT-AN-SP+CM Marca MADEL modelo AMT con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión de aire a lo largo de la oficina. Diferentes medidas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	19,75 €	39,50 €

Descripción			
REJILLA PARA EXTRACCIÓN EN OFICINAS MADEL DMT-AR-SP+CM			
Marca MADEL modelo DMT con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para retorno de aire a lo largo de la oficina. Diferentes medidas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	17,25 €	103,50 €

Descripción			
REJILLAS EXTRACCIÓN BOCAS BAÑOS MADEL BWC			
Marca MADEL modelo BWC especial para baños, vestuarios o aseos.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	14	13,00 €	182,00 €

Descripción			
REJILLAS TAE PARA EXTRACCIÓN E IMPULSIÓN CAJAS VENTILACIÓN			
Marca MADEL (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión y retorno de aire a lo largo las oficinas. Mod. DMT-X en diferentes medidas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	36,00 €	72,00 €

Descripción			
REJILLAS TAE CIRCULARES MADEL CXT PARA VENT. DE CONDUCTO			
Marca MADEL (especiales vent. helicoidales) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la ventilación de aseos y vestuarios a lo largo las oficinas. Mod. CXT en diferentes medidas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	29,95 €	119,80 €

Descripción			
COMPUERTAS DE REGULACIÓN DE CAUDAL MADEL SCC-R			
Marca MADEL con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para el control de caudal de aire de entrada a los cassettes a lo largo las oficinas. Mod. SCC-R en diferentes medidas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe

Ud.	4	26,80 €	107,2 €
-----	---	---------	---------

Descripción			
ALQUILER DE MAQUINARIA PARA TRABAJOS DE ELEVACIÓN A FACHADA			
Alquiler de maquinaria de elevación para izar la unidad exteriores a la fachada del edificio.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa	1	745,00 €	745,00 €

Descripción			
HERRAJES Y BANCADAS			
UD. Suministro y montaje de herrajes, bancadas, silemblocks etc.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa	1	240,00 €	240,00 €

Descripción			
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA			
Montaje y puesta en marcha de la instalación. Comprobación del correcto funcionamiento, toma de parámetros eléctricos y caudales.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa	1	795,00 €	795,00 €

Descripción			
LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN			
P.A. para la legalización de la instalación y trámites administrativos ante el Ministerio de Industria, incluyendo el boletín de climatización, pago de tasas y certificación de instalación. No incluye el estudio acústico certificativo.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa.	1	280,00 €	280,00 €

Total climatización oficinas	20.264,00 €
------------------------------	-------------

Descripción

CAJA DE VENTILACIÓN PARA IMPULSIÓN EN TALLER

El equipo de ventilación escogido para la impulsión de aire filtrado F6 es de Soler & Palau, modelo CHGT/4-400-6/0,25 de las siguientes características. Esta caja de ventilación helicoidal está capacitada para trabajar inmersa a 400°C durante 2 horas, está fabricada en chapa galvanizada (mismo material que los conductos), de bajo nivel sonoro, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 25mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F6 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.833,35 €	1.833,35 €

Descripción

FILTRO F6 PARA CAJA DE VENTILACIÓN IMPULSIÓN

Filtro para caja de ventilación de impulsión en cumplimiento del RITE.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	250,00 €	250,00 €

Descripción

CAJA DE VENTILACIÓN PARA EXTRACCIÓN EN TALLER

El equipo de ventilación escogido para la extracción es de Soler & Palau, modelo CHGT/4-450-6/0,25 de las siguientes características. Esta caja de ventilación helicoidal está capacitada para trabajar inmersa a 400°C durante 2 horas, está fabricada en chapa galvanizada (mismo material que los conductos), de bajo nivel sonoro, con aislamiento acústico ininflamable (M0) de fibra de vidrio de 25mm de espesor, completamente estanca. Para la caja de impulsión de aire, se instalará un filtro de malla F6 en cumplimiento de la normativa RITE 2007 (IDA y ODA).

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.915,64 €	1.915,64 €

Descripción

REJILLA PARA EXTRACCIÓN/IMPULSIÓN DE AIRE EN GARAJE

Marca MADEL modelo SCV (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión y retorno de aire a lo largo del taller. Medidas 300x150.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	19	7,50 €	142,50 €

Descripción

REJILLA PARA EXTRACCIÓN MADEL DMT

Marca MADEL modelo DMT (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para retorno de aire a lo largo del taller. Medidas 300x200.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	21,05 €	84,20 €

Descripción

REJILLA PARA IMPULSIÓN MADEL AMT

Marca MADEL modelo AMT (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión de aire a lo largo del taller. Medidas 300x100.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	19,50 €	97,50 €

Descripción

REJILLAS TAE PARA EXTRACCIÓN E IMPULSIÓN CAJAS VENTILACIÓN

Marca MADEL (especiales para parkings) con diferentes medidas y accesorios según ubicación, para la impulsión y retorno de aire a lo largo del taller. Medidas 300x100.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	54,00 €	108,00 €

Descripción

CONDUCTO RECTANGULAR CHAPA DE ACERO GALVANIZADO

Conducto rectangular para distribución de aire, fabricado con chapa de acero galvanizado, incluyendo abrazaderas y elementos de sujeción, uniones, codos o te's.

Ud.	Medición	Precio	Importe
M2.	35	18,50 €	647,50 €

Descripción

ALQUILER DE MAQUINARIA PARA TRABAJOS DE ELEVACIÓN A FACHADA

Alquiler de maquinaria de elevación para izar las unidades de ventilación y cuelgue de conductos en el interior de la nave.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa	1	745,00 €	745,00 €

Descripción			
HERRAJES Y BANCADAS			
UD. Suministro y montaje de herrajes, bancadas, silemblocks etc.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa	1	100,00 €	100,00 €

Descripción			
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA			
Montaje y puesta en marcha de la instalación. Comprobación del correcto funcionamiento, toma de parámetros eléctricos y caudales.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Pa	1	395,00 €	395,00 €

Total ventilación en taller	6.318,69 €
-----------------------------	-------------------

TOTAL 7.6 CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	26.582,79 €
--	--------------------

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	189.979,07 €
13% GASTOS GENERALES	24.697,28 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	11.398,74 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN	226.075,09 €
21% IVA	47.475,77 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	273.550,86 €
PRESUPUESTO TOTAL	273.550,86 €

7.7 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

7.1 - INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD	131.949,32 €
7.2 - INSTALACIÓN DE CONTRAINCENDIOS	4.305,12 €
7.3 - INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	12.934,00 €
7.4 - INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	8.129,39 €
7.5 - INSTALACIÓN DE SOLAR TÉRMICA ACS.....	6.078,45 €
7.6 - INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN.....	26.129,39 €
- IMPORTE DE EJECUCIÓN MATERIAL	189.979,07 €
- 13% GASTOS GENERALES	24.697,27 €
- 6% BENEFICIO INDUSTRIAL	11.398,74 €
- IMPORTE DE EJECUCIÓN.....	226.075,09 €
- 21% IVA	47.475,77 €
- IMPORTE POR CONTRATA	273.550,86 €

El importe total del proyecto asciende a la cantidad de **DOS CIENTOS SETENTA Y TRES MIL QUINIENTOS CINCUENTA EUROS CON OCHENTA Y SEIS CENTIMOS.**

Ferrol, Septiembre 2017.

Jose Manuel Espasandín Pastoriza.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escuela Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Septiembre 2017

*PROYECTO DE EJECUCIÓN Y ACTIVIDAD
INDUSTRIAL DE TALLER MECÁNICO CON
APORTE DE ENERGÍAS RENOVABLES*

Máster en Ingeniería Industrial

Autor:

Jose Manuel Espasandín Pastoriza

Documento

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	4
8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	4
8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.	4
8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	5
8.4 DATOS DE LA OBRA.....	7
8.4.1 Situación de la obra.	7
8.4.2 Centros de atención médica más cercanos.....	7
8.4.3 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos.	7
8.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.....	8
8.5.1 Riesgos profesionales.....	9
8.5.2 Medidas preventivas.	10
8.5.3 Consideraciones a tener en cuenta.....	11
8.5.4 Riesgos de daños a terceros.....	14
8.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	14
8.6.1 Protecciones colectivas.....	14
8.6.2 Protecciones individuales.....	15
8.6.3 Formación.....	16
8.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras.	17
8.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios.	18
8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS.	19
8.7.1 Evaluación de riesgos.	19
8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general.	19
8.7.2.1 Riesgos de caída de personal desde altura.	19
8.7.2.2 Riesgo de caída de objetos.	20
8.7.2.3 Riesgos de los desplazamientos verticales.	20
8.7.2.4 Riesgos por falta de orden y limpieza.	20
8.7.2.5 Riesgos por la falta de iluminación.	23
8.7.2.6 Riesgos eléctricos.	23
8.7.2.7 Riesgos de proyección de partículas.	24

8.7.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga.....	25
8.7.2.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas.	25
8.7.2.10 Riesgos por carga y descarga de materiales.	26
8.7.2.11 Riesgo de escaleras portátiles.....	26
8.8 DETALLES GRÁFICOS EXPLICATIVOS.....	28

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En el RD1627/1997 de 24 de Octubre se especifica la transposición a la legislación nacional de la Directiva 83/391 en Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales en la cual se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de producción de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz, y la Directiva 92/57 en R.D. 1627/97 disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción.

A efectos de este R.D., la obra proyectada requiere la redacción del presente Estudio de Seguridad y Salud, por cuanto dicha obra, dada su dimensión y ejecución, no se incluye en alguno de los supuestos contemplados en el Artículo 4 del R.D. 1627/1997.

De acuerdo con el Artículo 6 del R.D. 1627/1997, el Estudio de Seguridad y Salud deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales evitables y las medidas técnicas precisas para ello, la relación de riesgos laborales que no puedan eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y cualquier tipo de actividad a desarrollar en obra.

8.2 OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece los riesgos que se originan durante la construcción de un taller mecánico con aporte de energías renovables. También se analizan las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes laborales y de enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de la edificación proyectada (excluidos los trabajos propios de la actividad del propio taller y de la

conservación u operación con la maquinaria que pueda contener) y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante el ejercicio de la actividad realizada en las instalaciones, las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo.

A tal efecto se debe contemplar:

- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

8.3 NORMATIVA DE APLICACIÓN.

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1316/1989 de 27 de octubre, sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre, que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Directiva 89/686/CEE establece las exigencias mínimas esenciales que deberán cumplir todos los equipos de protección individual, independientemente del lugar donde esté ejerciendo la actividad.
- Directiva 89/656/CEE fija las disposiciones mínimas de seguridad y salud que garanticen una protección adecuada del trabajador en la utilización de los equipos de protección individual en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 1435/1992 de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas.
- Reglamento de Recipientes a presión.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, que aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

8.4 DATOS DE LA OBRA.

8.4.1 Situación de la obra.

Las obras recogidas en este trabajo consisten en la realización de todas las instalaciones necesarias (proyecto de ejecución y actividad) para el correcto desempeño de las labores en la nave como taller mecánico con aporte de energías renovables. La ubicación de la parcela estará en el Polígono Vilar do Colo (Fene – Ferrolterra).

8.4.2 Centros de atención médica más cercanos.

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
Tipo de asistencia	Ubicación	Distancia, tiempo de llegada
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En obra
Accidentes leves	Centro de salud de Fene Avenida Tarrío s/n 15550 Fene 981 34 14 29	3.900 m
Accidentes graves	Hospital Arquitecto Marcide Ferrol Avenida de la Residencia S/N 15405 – Telf. 981 33 40 00	11.800 m
Mutua	MUPRESA Fraternidad Muprespa. Avenida de Esteiro 85 Ferrol 981 36 41 10	9.900 m

Tabla 8.4.3.1

Debe disponerse de un cartel claramente visible en el que se indiquen los centros asistenciales más próximos a la obra en caso de accidente.

8.4.3 Procedimientos constructivos, equipos y medios técnicos.

La nave objeto de las instalaciones está construida mediante procedimientos constructivos convencionales y los medios usuales para el tipo de obra de que se trata.

Tanto la explanación y el movimiento de tierras para la preparación del terreno, como la apertura de zanjas para cimentación se realizará mediante el empleo de palas mecánicas adecuadas al tipo de terreno y dimensiones de los elementos. El relleno y compactación de zanjas se realizará mediante medios mecánicos: palas y compactadores mecánicos o manuales.

El hormigonado se realizará mediante vertido directo de cuba de camión hormigonera o bomba según la altura y accesibilidad del elemento hormigonado. Todos los hormigones se compactarán mediante vibrador.

Para el montaje de piezas prefabricadas de forjados, encofrados en altura, etc. (de ser necesarios), se emplearán grúas torre o grúas sobre camión. Los pórticos metálicos, prefabricados en taller, se montarán y ensamblarán en obra mediante grúa sobre camión. Ídem en lo relativo al montaje de chapas de cubierta y cerramientos del mismo material. En principio no será necesario realizar estas operaciones, por lo que quedará constancia en este anexo ante posibles variaciones.

Se emplearán los medios precisos para soldadura en obra (pinza) y apriete de tornillos de alta resistencia, calibrados u ordinarios, en uniones estructurales.

Los distintos trabajos se realizarán empleando los medios técnicos precisos para que las cargas a elevar manualmente no impliquen problemas a los trabajadores.

8.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

La ejecución de las obras puede dar lugar a la aparición de riesgos de accidentes tanto para el personal de la obra como de suministradores de materiales o elementos para la misma.

Asimismo, en ciertos casos pueden aparecer riesgos de accidentes para personas ajenas derivadas de actuaciones de máquinas en tránsito exterior o por proyecciones desde el interior de las obras.

8.5.1 Riesgos profesionales.

Entre los riesgos laborales del personal directamente adscrito a la obra pueden citarse los siguientes:

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Caída al interior de zanjas.
- Atrapamientos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas a distinto nivel (desde forjados en construcción, desde altura durante montaje de estructura, elementos de cubierta, etc.).
- Desprendimientos.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Polvo.
- Ruidos.
- Golpes contra objetos.
- Impactos por caída de objetos.
- Heridas punzantes o aplastamientos en pies y manos.
- Salpicaduras de hormigón en ojos.
- Daños en los ojos por soldaduras.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Cortes con chapa o rebardas.
- Interferencia con tuberías de abastecimiento en servicio.
- Utilización de productos bituminosos.
- Salpicaduras de productos asfálticos calientes.
- Cierres de zanjas.
- Explosiones de gas de botellas para corte oxiacetilénico.
- Quemaduras.
- Riesgos producidos por agentes atmosféricos.
- Riesgos eléctricos.
- Riesgos de incendio.

8.5.2 Medidas preventivas.

- Se cumplirá lo relacionado al orden y limpieza.
- La iluminación será la adecuada en función de la actividad.
- El operario deberá disponer de un sitio de trabajo seguro, no resbaladizo, sin la existencia de obstáculos, aislado del suelo y alejado de la zona de paso.
- El área de trabajo estará señalizada y delimitada.
- Todos los residuos generados en el desempeño de la actividad se depositarán en los contenedores correspondientes.
- Antes de hacer maniobras con equipos de elevación (polipastos, puentes grúa, etc.) para izado de piezas o montura de platos, cunetas, útiles, se debe comprobar el estado de los estrobos, grilletes, que se van a utilizar.
- En el montaje y desmontaje de platos de garras deben protegerse con una cubierta abisagrada para prever posible caída de los mismos.
- Control de la correcta colocación de las protecciones y útiles en los estantes.
- Todos los residuos generados se depositarán en los contenedores.
- Se mantendrán tanto los lugares de paso como las zonas de trabajo libres de obstáculos.
- Se mantendrá la concentración durante el trabajo.
- Antes del inicio de la actividad se comprobará que las herramientas están en buen estado.
- Las herramientas eléctricas habrán sido revisadas previamente e irán acompañadas de su correspondiente certificado de revisión.
- De las herramientas manuales no eléctricas se verificarán los mangos de los martillos y mazos antes de hacer uso de los mismos.
- La viruta se separará con un gancho apropiado quedando totalmente prohibido retirarlo directamente con las manos. Además, para dicha actividad se hará uso obligatorio de guantes de seguridad tipo montador.
- Todas las protecciones de la máquina cumplirán con lo establecido.
- Apantallamiento del puesto de trabajo.
- Uso de gafas de seguridad.
- Si se están mecanizando piezas que sobresalgan por el eje del torno, se debe proteger y señalizar, quedando prohibido el acceso a todo el personal y adecuando la velocidad del torno para evitar desequilibrio de la pieza a mecanizar.
- Es obligatorio llevar la ropa de trabajo ajustada, utilizando mono siempre que sea posible o de lo contrario, llevando la camisa por dentro del pantalón; además los

puños de la camisa irán abrochados y quedará totalmente prohibido el uso de joyas, anillos, pulseras, relojes, cadenas, etc., susceptibles de ser enganchados.

- En el mecanizado de acabados manuales con papel de lija de esmeril en superficie de interiores queda prohibido realizar esta operación con los dedos de la mano; se empleará un cepillo para la realización de dicha operación; no se manipulará con las manos sobre la pieza a mecanizar o con herramientas de corte con la máquina en marcha.

- Hacer uso de los medios mecánicos necesarios (polipasto, puente grúa...)
- Solicitar ayuda en cuantas personas sean precisas.
- Cumplir con la normas de prevención sobre herramientas eléctricas.
- Antes del inicio de la actividad se comprobará que los cables de alimentación de máquina están en buen estado, y que las protecciones de seguridad se encuentran correctamente posicionadas.

- De acuerdo con lo establecido, es obligatorio el uso de protección auditiva a partir de un nivel de ruido superior a 85 dB.

- Hacer la desconexión eléctrica fijando la seta de emergencia mediante enclavamiento.

8.5.3 Consideraciones a tener en cuenta.

➤ Manipulación manual de cargas

Una incorrecta manipulación manual puede ocasionar lumbalgias, lesiones en las articulaciones, fatigas innecesarias, cortes, etc. Para evitar todo esto, se han de respetar las siguientes reglas:

1. Buscar el equilibrio separando los pies y adelantando uno respecto al otro en el sentido de la marcha.
2. Agarrar firmemente la carga con las palmas de las manos.
3. Mantener la espalda recta y los brazos estirados. Utilizar la fuerza de las piernas para subir o bajar la carga.
4. Procurar no efectuar giros de tronco. Es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.

➤ Manutenciones técnicas

Es esencial revisar periódicamente el estado de los equipos y cables de seguridad. A la hora de realizar las operaciones de mantenimientos mecánicos se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

1. Las carretillas y puentes grúas solo podrán ser manejados por personal autorizado.
2. Se utilizarán siempre los equipos adecuados a las cargas manejadas.
3. No se sobrecargarán los equipos.
4. No se transportarán personas en las carretillas.
5. Nunca se circulará por debajo de cargas suspendidas.

➤ Máquinas e instalaciones

En el manejo de máquinas e instalaciones se adoptarán una serie de medidas, tanto para la seguridad del operario como para la mejor conservación de las máquinas e instalaciones, citadas a continuación:

1. Antes de comenzar el trabajo se comprobará que todos los útiles, equipos y máquinas estén en perfecto estado.
2. No se alterarán ni anularán los dispositivos de seguridad.
3. No se usarán relojes, anillos o pulseras. Pueden producir enganchamientos y quemaduras de tipo eléctrico. Se evitarán también los cabellos sueltos y la ropa holgada.
4. Se avisará al mando correspondiente en caso de anomalía.

➤ Herramientas portátiles y manuales

Las medidas a adoptar serán las siguientes:

1. Es importante utilizar las herramientas adecuadas, que garanticen tanto la seguridad como la calidad de trabajo.
2. Guardar las herramientas en un lugar adecuado.
3. Conservarlas limpias y en buen estado.

➤ Herramientas eléctricas

1. Las herramientas eléctricas habrán sido revisadas previamente e irán acompañadas de su correspondiente certificado de revisión.
2. No utilizar cables gastados, pelados o reparados con cinta aislante.
3. Usar enchufes adecuados y en buen estado.
4. En zonas húmedas usar voltaje de seguridad (24 V ó 12 V).
5. No colocar cables sobre hierros, tuberías o muebles de metal, o cruzando vías de circulación.

➤ Herramientas neumáticas

Prevía utilización, se comprobará el buen estado de manguitos y acoplamientos. No se utilizará el aire comprimido ni para aseo personal, ni para limpieza del puesto de trabajo.

➤ Intervenciones

Las operaciones incorrectas en el mantenimiento y reparación de máquinas e instalaciones son una de las causas más frecuentes de accidentes de trabajo, por lo que se deberán extremar las precauciones en las mismas.

Estas intervenciones solo podrán realizarlas el personal autorizado que tomará las siguientes precauciones:

1. Dejar la instalación fuera de servicio siempre que sea posible, y asegurar la imposibilidad de puesta en marcha de la instalación durante la intervención.
2. Utilizar los dispositivos de bloqueo.
3. No intervenir sobre órganos o elementos de máquinas en movimiento.
4. Antes de la puesta en marcha verificar la ausencia de personal sobre el radio de actuación de la máquina.
5. Al terminar, dejar la instalación en perfecto estado.
6. Ante todo reflexionar antes de intervenir.

➤ Productos peligrosos

1. No guardar productos peligrosos en recipientes distintos de los dispuestos para tal fin, adecuados y etiquetados.

2. Respetar las instrucciones del etiquetado.
3. Aplicar las reglas de almacenamiento y, en el puesto de trabajo, acumular solo la cantidad mínima.
4. Evitar los derrames y realizar los vertidos en los lugares previstos para tal fin.
5. Mantener los recipientes tapados y tirar aquellos que estén vacíos.
6. No generar llamas ni chispas en la proximidad de productos inflamables.
7. Utilizar los medios previstos para la evacuación de gases y vapores peligrosos.

8.5.4 Riesgos de daños a terceros.

Estos riesgos se minimizan por el emplazamiento de las obras en una zona industrial y con poco tráfico tanto rodado como peatonal por quedar relativamente fuera de los viales de mayor circulación. No obstante, se considerará la posibilidad de aparición de riesgos de daños a terceros o personas o bienes ajenos a las obras derivados de la entrada y/o salida de vehículos y maquinaria a las vías públicas o por la presencia de curiosos en la proximidad de la obra.

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera. Se señalizarán los accesos naturales a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso cerramientos.

8.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

8.6.1 Protecciones colectivas.

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de las protecciones colectivas ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales (sin excluir el uso de estas últimas).

En función de los riesgos previstos, podrán ser las siguientes:

- Acotamiento y señalización de zonas con riesgo de caída de objetos.
- Pórticos protectores de líneas eléctricas
- Vallas de limitación y protección.

- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos para evitar la caída a zanjas.
- Jalones de señalización.
- Tubo de sujeción cinturón de seguridad (en vano central).
- Anclajes para tubo.
- Balizamiento luminoso.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Redes anti-caídas.
- Barandillas resistentes en los bordes de plataformas o huecos por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Señal normalizada de seguridad.

Se hará especial énfasis en la colocación de la señal normalizada de seguridad, que se colocará en todos los lugares de trabajo donde sea preciso advertir de riesgos, recordando obligaciones de usar determinadas protecciones, estableciendo prohibiciones o informando de situaciones de medios de seguridad.

8.6.2 Protecciones individuales.

En todas aquellas situaciones en las que por medios técnicos no se puedan eliminar los riesgos existentes, se utilizarán adicionalmente equipos de protección individual (EPI) adecuados, que estarán debidamente certificados por la CE y normalizados.

Podrán ser los siguientes:

- Cascos: obligatorios para todas las personas que participan en la obra de cualquier manera (estén o no en zonas de peligro directo), incluso visitantes periódicos o circunstanciales.
- Guantes de USO general.
- Guantes de goma.
- Guantes de soldador.

- Guantes dieléctricos.
- Botas de agua.
- Botas de seguridad de lona.
- Botas de seguridad de cuero.
- Botas dieléctricas.
- Monos o buzos de tallas adecuadas a cada trabajador, teniéndose en cuenta las necesarias reposiciones a lo largo de la obra, según lo previsto en el convenio colectivo provincial de la construcción.

- Trajes de agua.
- Gafas contra impactos y anti-polvo.
- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldador.
- Mascarillas anti-polvo.
- Protectores auditivos.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción para trabajos en altura.
- Cinturón anti-vibratorio.
- Chalecos reflectantes para posibles trabajos nocturnos.

Estos equipos se mantendrán en buen estado de conservación debiendo procederse a su cambio por otros nuevos cuando resulte necesario.

Además de estos EPI, se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

8.6.3 Formación.

De acuerdo con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que todos los trabajadores y personal en general debe recibir, al ingresar en obra, una información comprensible y exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

Los cursillos de socorrismo y primeros auxilios se impartirán eligiendo al personal más cualificado, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Las medidas de seguridad se harán extensivas a los trabajadores autónomos según lo previsto en el artículo 12 del R.D. 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción. En particular, por lo que respecta a la aplicación de los principios de la acción preventiva según el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales; al cumplimiento de las disposiciones mínimas de seguridad y salud reglamentadas; a la utilización de los equipos de trabajo más adecuados así como a las protecciones individuales necesarias; etc., y al entendimiento y respeto de las indicaciones y cumplimiento de las instrucciones del coordinador en materia de seguridad.

En todo caso, las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

8.6.4 Medidas preventivas y principios generales aplicables durante la ejecución de las obras.

Como medidas preventivas para tratar de evitar cierto tipo de accidentes se realizarán las siguientes actividades durante la ejecución:

- La obra se mantendrá en buen estado de orden y limpieza.
- El emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo se elegirá teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y elementos se realizará con los medios adecuados en cada caso.
- Se realizará el mantenimiento periódico e inspecciones que requiera las instalaciones y dispositivos a emplear en obra.
- Se delimitarán y acondicionarán las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales y elementos prefabricados en su caso.
- Se recogerán tras su empleo todos los materiales peligrosos usados.
- Se buscará la mejor cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades entre tajos o actividades dentro de la obra habrán de ser estudiadas con objeto de impedir interferencias que puedan originar problemas derivados de seguridad.

8.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios.

➤ Botiquines.

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo.

➤ Asistencia a accidentados.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde deben trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Se dispondrá en la obra de un plano ampliado de los centros hospitalarios y asistenciales de sanidad más próximos, para conocimiento de los trabajadores en caso de necesidad.

Es muy conveniente, además, disponer en la obra, en un sitio bien visible; de una lista de teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

➤ Reconocimiento médico.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el periodo máximo de un año.

➤ Potabilidad del agua de consumo.

Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad si no proviene de la red de abastecimiento público de la ciudad.

8.7 ANÁLISIS DE RIESGOS.

La identificación o análisis de riesgos tiene por objeto describir las fases de ejecución de los trabajos que se realizan con los posibles riesgos de accidentes asociados durante la realización de los mismos.

8.7.1 Evaluación de riesgos.

Una vez tenemos los riesgos identificados, podemos evaluarlos. La evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no se hayan podido evitar, obteniendo la información necesaria para establecer unas medidas preventivas. Valoramos los riesgos identificados en función de la probabilidad y consecuencia de su materialización y establecemos un valor del riesgo y una prioridad, detallando todas sus medidas preventivas a llevar a cabo.

La evaluación de riesgos es, por tanto, el punto de partida para obtener la información que permita tomar decisiones apropiadas sobre la necesidad y el tipo de medidas preventivas que deben adoptarse para garantizar la seguridad y la protección de la salud de los trabajadores.

8.7.2 Descripción de riesgos de carácter general.

8.7.2.1 Riesgos de caída de personal desde altura.

Todo trabajo que se ejecute en altura, se realizará sobre andamios o plataformas de trabajo que han de reunir las condiciones fijadas en la normativa legal vigente, siendo además obligatorio el uso de cinturón de seguridad tipo arnés, que para soldadores, tendrá que tener la cuerda de amarre de material incombustible.

En los andamios o plataformas colgadas será obligatorio que el personal que se encuentre en la plataforma este sujeto mediante cinturón de seguridad a algún punto no perteneciente a la plataforma.

8.7.2.2 Riesgo de caída de objetos.

Como prevención de estas caídas se colocará rodapiés en todas las plataformas de trabajo, estando prohibido acopiar en ellas todos aquellos materiales o herramientas que no sean imprescindibles. Asimismo, se adoptarán otras medidas tendentes a evitar los riesgos de caídas de objetos y materiales, tales como: rodapiés, mantas ignífugas, redes de protección, etc.

8.7.2.3 Riesgos de los desplazamientos verticales.

Para los accesos a las plataformas de trabajo se utilizarán con prioridad los accesos permanentes previstos, o en su defecto escaleras-torre, o cuando ello no sea posible, escaleras de mano con dispositivo antideslizante o convenientemente amarradas. En los andamios o plataformas colgadas se colocarán dispositivos anti-caídas, al que estarán sujetos mediante cinturón de seguridad tipo arnés los trabajadores que se encuentren en ella.

8.7.2.4 Riesgos por falta de orden y limpieza.

La acumulación de basuras, restos de materiales, acopios desordenados, etc., constituyen una serie de riesgos potenciales, tales como tropezones y caídas al mismo nivel, caídas de objetos a cotas inferiores, incendios, etc.

Conscientes de estos riesgos, consideramos el orden y la limpieza como un medio de protección colectiva de gran importancia. Se establece, por tanto, como norma a cumplir por todo el personal, la conservación de los lugares de trabajo en adecuado estado de limpieza y el orden en los acopios de materiales, para los cuales, sería conveniente designar una zona en cada nave.

Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo. Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Los derrames de líquido, aceites, grasa y otros productos, se limpiarán inmediatamente. Los residuos inflamables como algodones de limpieza, trapos, papeles, restos de madera, recipientes metálicos, contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona de la sección.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa, se eliminará inmediatamente sea doblándolo, cortándolo o retirándolo del suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usados de modo que se mantengan en perfecto estado.

Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. No se verterán en los mismos líquidos inflamables ni colillas.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar.

Las zonas de paso, o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Los huecos situados en plano vertical u horizontal deberán protegerse con barandillas, etc., a una altura mínima de 0,90 cm con listón intermedio y rodapiés, y estar iluminados, si es posible, de forma que se vean claramente tales protecciones.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones. Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo, y especialmente en los lugares, cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles, según indica la señalización dispuesta al efecto.

Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo (barandillas, tabloneros de plataforma de trabajo, escaleras, etc.) sin la debida autorización del mando responsable del tajo previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

Cuando se tenga que levantar rejillas por necesidades de montaje, deben colocarse obstáculos físicos (barandillas), o si esto no es posible, señalizarlo adecuadamente. Al finalizar de la jornada laboral y al mediodía, al ir a comer, se volverán a colocar en su lugar.

Las operaciones de limpieza se realizarán en los momentos, en la forma y con los medios más adecuados.

8.7.2.5 Riesgos por la falta de iluminación.

De ser necesaria más iluminación puntual en zonas del interior del edificio, se instalarán focos y/o se dotará al personal de lámparas portátiles alimentadas a 24V, a fin de eliminar riesgos derivados de una insuficiente iluminación.

8.7.2.6 Riesgos eléctricos.

Todos los cuadros de alimentación de grupos de soldar y máquinas eléctricas portátiles estarán protegidos por relés diferenciales, con puesta a tierra de las carcasas. Las máquinas eléctricas manuales que dispongan de doble aislamiento, no deberán conectarse carcasas a tierra.

Todas las mangueras de alimentación de cuadros, así como aquellas de los circuitos de soldeo y alargaderas para máquinas eléctricas portátiles serán de sección adecuada y no presentarán deterioro en sus aislamientos. Los empalmes y conexiones se realizarán de acuerdo con las normas fijadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Solamente el personal autorizado o cualificado podrá operar en los equipos eléctricos sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, de transformadores, etc.

Los empleados considerarán que todo conductor eléctrico o cable está conectado y bajo tensión. Antes de trabajar en ellos comprobarán la ausencia de tensión con aparato adecuado y lo pondrán en cortocircuito unido a tierra.

Antes de iniciar cualquier trabajo en aparato o conducción eléctrica que se ha desconectado, se unirá a tierra.

Todo equipo eléctrico, lámpara, herramienta, transformador u otro con tensión superior a la de seguridad (24 voltios) o que carezca de características dieléctricas de doble aislamiento, estará unido o conectado con tierra y tendrá un relé diferencial. Todos los portátiles para alumbrado serán alimentados con tensión de 24 V.

Cuando se paren máquinas o equipos activados eléctricamente por reparación, revisión, sustitución u otros motivos en los que haya que ponerse en contacto con la

máquina, se señalizará ésta y el equipo de maniobra con tarjetas rojas y siempre que sea posible recortará la alimentación, sea retirando los fusibles o por cualquier otro procedimiento eficaz.

El personal del servicio eléctrico usará, además del equipo personal común a todos los empleados (casco, gafas, manguitos, etc.), el siguiente (todos ellos con el correspondiente certificado CE):

- ✓ Guantes de material aislante.
- ✓ Alfombra o banqueta aislante.
- ✓ Comprobador de tensión.
- ✓ Herramientas aisladas homologadas.
- ✓ Material de señalización
- ✓ Calzado aislante.
- ✓ Pantalla facial transparente de policarbonato.

El personal eléctrico ha de cumplir rigurosamente la norma que prohíbe el uso de anillos, relojes, botones metálicos, hebillas, etc., durante su trabajo.

En incendios de equipos eléctricos no se usarán extintores de espuma o agua. Se emplearán exclusivamente extintores de gas carbónico, polvo químico o halones.

8.7.2.7 Riesgos de proyección de partículas.

Estos riesgos están derivados de la utilización de máquinas de esmerilar portátiles y tienen como consecuencia general la introducción de cuerpos extraños en los ojos. Para limitar el riesgo en la zona de trabajo, los operarios han de estar protegidos con gafas de seguridad, y se colocarán, siempre que sea posible, pantallas que eviten que las proyecciones alcancen a terceras personas.

Mención especial merecen los riesgos que se derivan de realizar soldaduras y operaciones de corte en altura cayendo material fundente sobre personas y materiales, como evidente riesgo de quemaduras e incendios. Para evitarlo se colocarán mantas de fibra de vidrio o lonas ignífugas que retengan estas partículas incandescentes evitando con ello su caída descontrolada.

Asimismo, se dispondrán de extintores, perfectamente señalizados, en zonas próximas a los lugares donde se realicen trabajos con riesgo de incendio.

8.7.2.8 Riesgos generales en los transportes y manejo de carga.

La carga y descarga de materiales e instrumentación en naves se efectuará mediante grúas autopropulsadas, cabestrantes, etc., de potencias varias, adecuados en cada caso a las características de los elementos a maniobrar.

Los estrobos estarán fabricados a partir de cables de alma de cáñamo y composición adecuada con el fin de conseguir la máxima flexibilidad. Los trenzados tendrán longitudes mínimas señaladas en los catálogos y estarán ejecutados con la mayor destreza. Dichos trenzados estarán completamente protegidos, de tal modo que ninguna punta de alambre sea visible al exterior.

Cada estrobo estará marcado en lugar visible con la carga máxima de trabajo. Dicha carga no podrá ser superior a un sexto de la carga de rotura del cable a la cual está fabricado y habrá sido probado satisfactoriamente a dos veces la carga de trabajo. Se permitirá la utilización de cables sujetos con grapas, siempre que el número de éstas sea igual o superior a lo especificado en los catálogos del fabricante. No obstante, en general, no se permitirá la sustitución de estrobos por ese tipo de cable.

El estrobado de carga se realizará de tal forma que la pieza a elevar no se someta a roces excesivos o deformaciones. El sistema de estribado ofrecerá la máxima garantía en cuanto a estabilidad de carga, y todos los bordes o aristas vivas serán protegidos para evitar daños al cable. Para el estribado se utilizarán eslingas y grilletes adecuados que serán revisados antes de su utilización.

En toda maniobra se designará una sola persona que será quien ordene los movimientos correspondientes al gruista.

8.7.2.9 Riesgos generales de herramientas, materiales y máquinas.

Se vigilará especialmente el uso de las herramientas adecuadas para la ejecución de los trabajos y que éstas se encuentren en perfecto estado.

Los andamios y plataformas de trabajo se confeccionarán con arreglo a la normativa legal vigente colocando barandillas, rodapiés, número de tablones conveniente y accesos adecuados.

Las escaleras fijas y portátiles se mantendrán en perfecto estado. Los estrobos, cables y cuerdas, utilizadas serán revisados al menos una vez al mes, inutilizándolos o destruyéndolos cuando se detecten deficiencias que rebajen su capacidad. La referida inspección será realizada por el responsable de las maniobras.

Los grupos de soldadura estarán alimentados por cuadros protegidos con relés diferenciales. Para que dichos relés protejan contra contactos eléctricos indirectos, es fundamental que la carcasa de las máquinas esté puesta a tierra.

8.7.2.10 Riesgos por carga y descarga de materiales.

Son de aplicación en este caso las normas relativas a izados, debido a que la mayor parte de los materiales se manipularán con la ayuda de grúas.

Cuando haya que desembalar materiales, se utilizarán herramientas apropiadas, y se eliminarán los restos de embalajes que tengan clavos.

La manipulación de materiales es causa de frecuentes contusiones y fracturas. Para esta tarea se requieren operarios entrenados, por lo que se evitarán, en lo posible, cambios de personal.

Es obligatorio el uso de casco, guantes y botas de seguridad.

8.7.2.11 Riesgo de escaleras portátiles.

Queda prohibido el uso de escaleras defectuosas o que no se pueda comprobar si se encuentran en buen estado.

Para trabajos eléctricos se usarán escaleras de madera, poliéster o fibra de vidrio.

Quedan prohibidas para estos trabajos escaleras metálicas, las escaleras portátiles y especiales (más de 7 m.) estarán provistas de zapatas antideslizantes.

La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del punto la superficie a donde se quiere llegar. La longitud máxima de las escaleras portátiles no podrá sobrepasar los 5 m, sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para mayores alturas se emplearán escaleras especiales.

La escalera portátil tendrá una longitud tal que sobrepase un metro por encima del punto o la superficie a donde se quiere llegar. La longitud máxima de las escaleras portátiles no podrá sobrepasar los 5 m, sin un apoyo intermedio en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para mayores alturas se emplearán escaleras especiales.

Las escaleras se colocarán de modo que el ángulo con la vertical bajada del punto superior sea de 15 grados. De otra forma, la distancia entre la citada vertical y las zapatas de apoyo en el suelo deben ser la cuarta parte de la longitud existente entre la zapata del suelo y la intersección con la vertical del punto de apoyo superior.

Todas las escaleras portátiles se apoyarán sobre superficies planas y firmes.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesaria la colocación de una escalera portátil, se hará teniendo la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

Siempre que sea posible se amarrará la escalera por su parte superior y en caso de no ser posible habrá una persona en la base de la escalera. En escaleras especiales será obligatorio.

No se empalmarán dos escaleras sencillas.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se habrá parado el mecanismo en movimiento quitado la energía.

Las escaleras de tijera deben estar totalmente abiertas y con el tensor extendido de modo que no permita deslizamiento alguno.

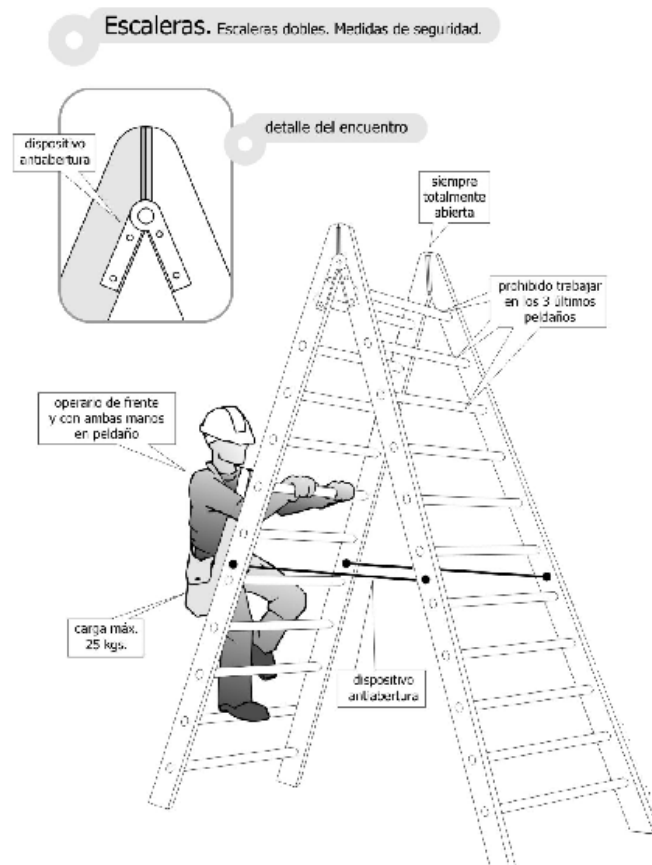
Las escaleras de madera no se pintarán con el fin de poder examinar su estado en todo momento; para su conservación se podrá aplicar un barniz transparente.

El usuario de la escalera portátil se mantendrá vertical o al lado, pero siempre dentro del espacio limitado por los largueros de la escalera.

Queda prohibido subir en una escalera a más de un operario simultáneamente. En las escaleras portátiles no se deben pisar los tres últimos peldaños. El descenso por una escalera portátil nunca se realizará de espaldas a la misma. El operario deberá llevar ambas manos libres. Las escaleras de madera deberán ser ensambladas, no clavadas. Para trabajos continuados sobre escalera se deberá utilizar cinturón de seguridad tipo arnés. Las escaleras portátiles no se utilizarán como guías, riostras ni para cualquier otro fin para el que no estén diseñadas.

8.8 DETALLES GRÁFICOS EXPLICATIVOS.

A continuación se muestran las imágenes más representativas en cuestión de seguridad laboral a la hora de realizar trabajos en altura (con andamios por ejemplo), carga de pesos o reconocimiento de señales preventivas y de obligatoriedad (obligado cumplimiento).



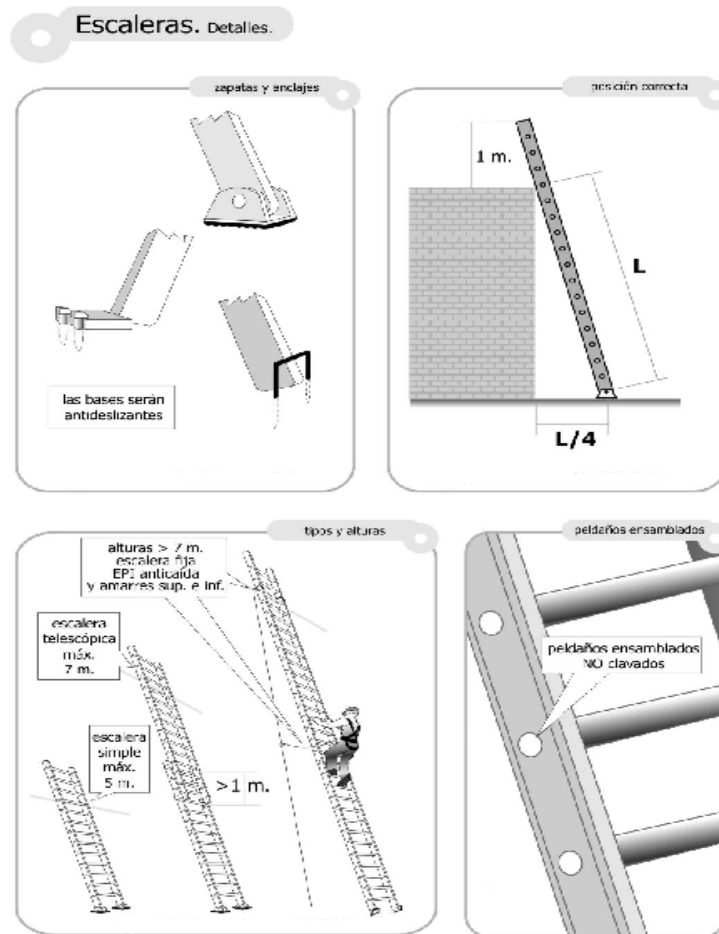
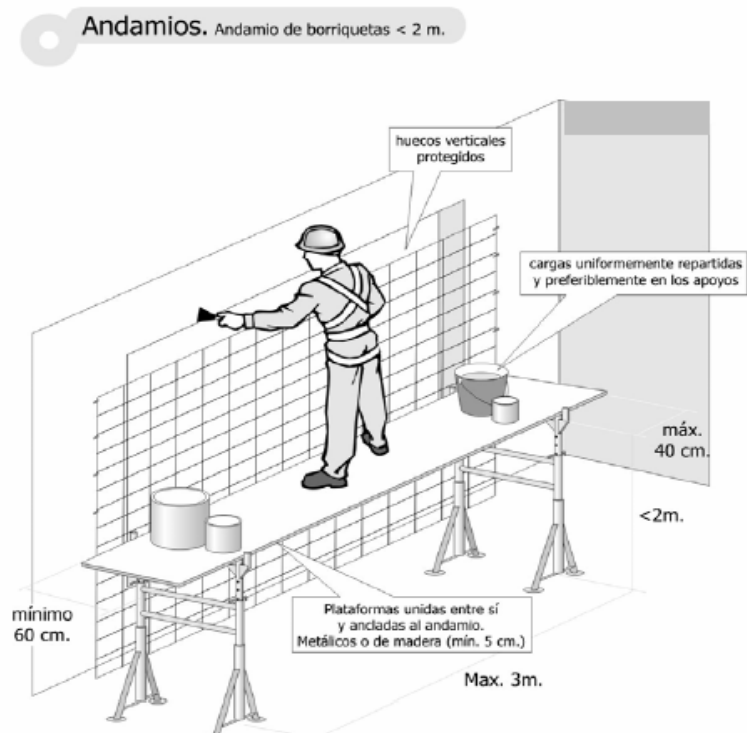


Imagen 8.8.1 – Directrices y características del uso de escaleras en el ámbito laboral.



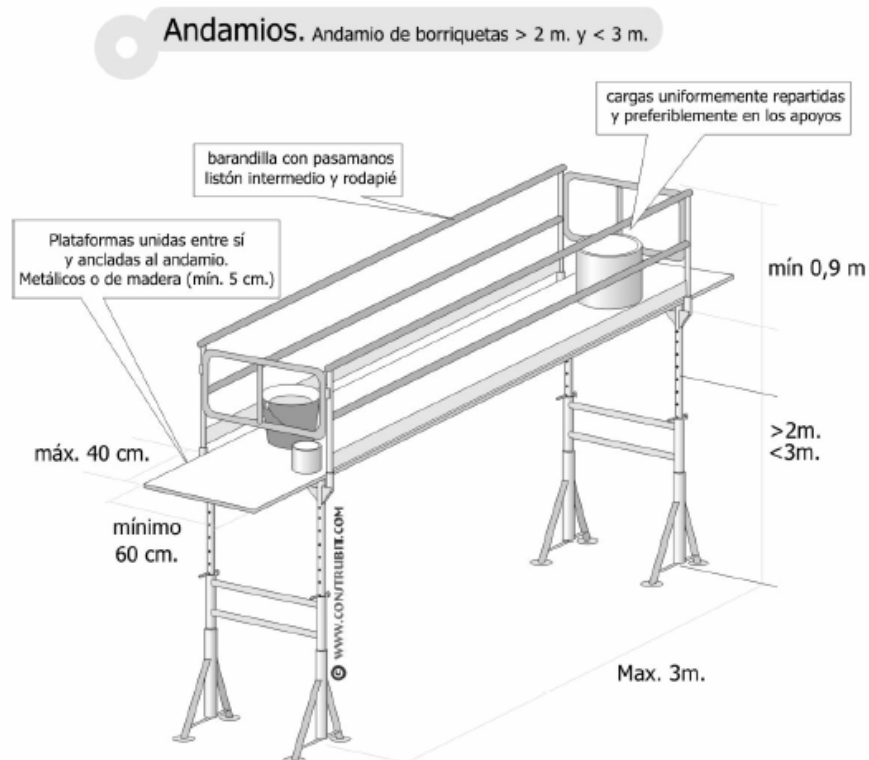


Imagen 8.8.2 – Directrices y características del uso de andamios en el ámbito laboral.



Imagen 8.8.3 – Directrices y características en manipulación de cargas.

Cartelería. De prohibición.

significado	colores	señal
Prohibido fumar	símbolo: negro contraste: blanco seguridad: rojo	
Prohibido fumar y encender fuego	símbolo: negro contraste: blanco seguridad: rojo	
Prohibido pasar a los peatones	símbolo: negro contraste: blanco seguridad: rojo	
Prohibido apagar con agua	símbolo: negro contraste: blanco seguridad: rojo	
Agua no potable	símbolo: negro contraste: blanco seguridad: rojo	
Entrada prohibida a personas no autorizadas	símbolo: negro contraste: blanco seguridad: rojo	
Prohibido a los vehículos de manutención	símbolo: negro contraste: blanco seguridad: rojo	
No tocar	símbolo: negro contraste: blanco seguridad: rojo	

Imagen 8.8.4 – Señalización